

Dott. ALDO PEROTTO
GEOLOGO
v. Della Michela 39 - ALMESE (TO)

Dott. ssa DENISE FRANCHINO
GEOLOGO
b.ta Ruatta 12/a -RUBIANA (TO)

REGIONE PIEMONTE
AREA METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI ALPIGNANO

VIA SOMMEILLER N. 12
(F. 19, mappali 956, 957, 958 e 911)

**PROGETTO DI FORMAZIONE DI UN PIANO DI RECUPERO PER
UN FABBRICATO DI CIVILE ABITAZIONE**

Proprietà:
**Sig.ra Carlotta Siviero, Sig. Fabio Siviero e
Sig. ra Lucia Rossati**

RELAZIONE GEOLOGICA

11 Febbraio 2019

Dott. Geol. Aldo Perotto
ALDO PEROTTO
GEOLOGO
A.P. SEZ. A
N. 187
REGIONE PIEMONTE
ALBO PROFESSIONALE

DENISE FRANCHINO
GEOLOGO
A.P. SEZ. A
N. 495
REGIONE PIEMONTE
ALBO PROFESSIONALE

Rubiana, 11 febbraio 2019

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è riferita al **Progetto di formazione di un piano di recupero per un fabbricato di civile abitazione**, in Comune di **Alpignano (TO)**, Via **Sommeiller n. 12**, ricadente sui terreni dei Sig.rii **Carlotta Siviero, Fabio Siviero e Lucia Rossati**.

La proprietà è identificata al catasto come segue: F. 19, mappali 956, 957, 958 e 911.

La relazione è redatta secondo quanto disposto da:

- D. M. n. 127 del 11.03.1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” e succ. modif. e integ. In ottemperanza a tale Decreto, la presente indagine, si propone di verificare “la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni” e la “stabilità del territorio sul quale si inducono sollecitazioni e deformazioni”;
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018) – NTC2018. Per la definizione dell’azione sismica nella presente relazione si utilizza un approccio, definito dalle NTC2018, “semplificato”, rimandando ad analisi più specifiche quali studi della risposta sismica locale tramite accelerogrammi qualora si intenda aumentare il grado di accuratezza. In conformità all’attuale fase di progettazione i punti da sviluppare previsti dalla normativa sono trattati in forma minimale;
- Norme attuative del P.R.G.C. vigente.

In questa sede si intende verificare la compatibilità dell’intervento in progetto con la situazione geotecnica, idrogeologica, geoidrologica e geologica locali; esso consiste nella ristrutturazione edilizia di un fabbricato di civile abitazione con Piano di Recupero che prevede anche la demolizione di una porzione di fabbricato (corpo orientale) con ricostruzione dello stesso in posizione più arretrata rispetto al ciglio di una significativa scarpata di terrazzo verso l’alveo della Dora Riparia.

Per la determinazione delle caratteristiche del progetto architettonico si rimanda alla documentazione tecnica redatta dal Geom. Mario Motrassino, con Studio in Caselette (TO), Via Alpignano n. 19.

2. GEOLOGIA LOCALE

2.1. Dati pregressi

Le conoscenze geologiche riguardanti l'area in esame sono compendiate nei seguenti documenti ed elaborati:

- **Foglio 155, Torino Ovest, della Carta Geologica d'Italia** alla scala 1:50.000 (Cfr. Fig. 1). Da questo documento, pur essendo ad una scala non adeguata per studi di dettaglio, si ricava che l'area in esame ricade presso il ciglio della scarpata di terrazzo fluviale della Dora Riparia in un settore caratterizzato, in superficie, dai depositi quaternari, di origine fluvioglaciale (Subsistema di Col Giansesco); si tratta di ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose con clasti eterometrici di quarziti, serpentiniti, gneiss e subordinatamente di prasiniti, calcescisti e marmi grigi;

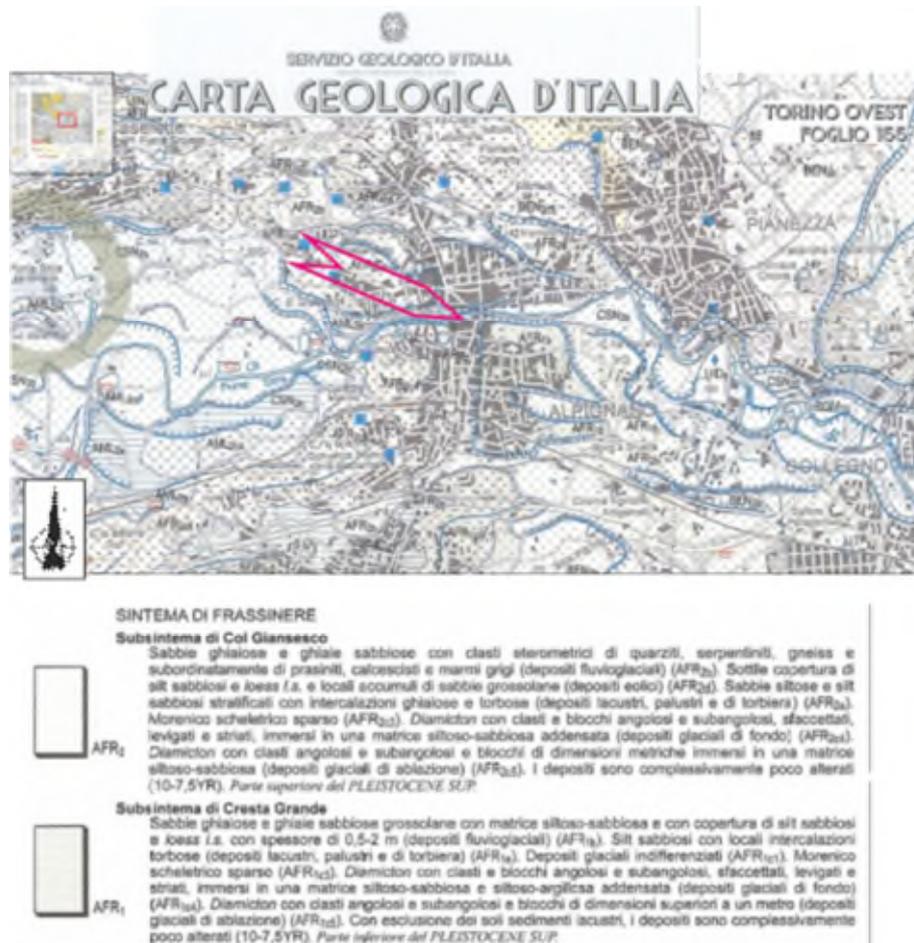


Figura 1.

• **Sistema informativo Geografico On Line Cartografia di A.R.P.A. Piemonte, cartografia tematica:**

• **Banca Dati Geotecnica:** in essa sono contenuti dati stratigrafici relativi a un'area posta alla distanza di circa 380 m verso Est rispetto a quella di intervento, la cui ubicazione è riportata in Fig. 2 e la stratigrafia semplificata è riportata nella fig. 3. Tali dati sono costituiti dalla stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo (Codice Perforazione 9994777) che ha raggiunto la profondità di 10 m; essi, pur essendo riferiti ad un'unità geolitologica adiacente rispetto a quella interessata dal progetto in esame, contribuiscono a definire l'assetto generale dell'area.

I dati più significativi sono compendati nella seguente tabella 1.

Tabella 1.

| Tipo di indagine | Profondità dal p.c. (m) | Quota del p.c. (m s.l.m.) | Profondità falda acquifera (m) | Stratigrafia | |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------|---|
| | | | | Profondità (m) | Descrizione |
| Sondaggio a carotaggio continuo | 10 | 333 | -- | 0÷1,8 | Limi sabbiosi e sabbie fini limose con copertura di terreno vegetale potente 0,6 m. |
| | | | | >1,8 | Ghiaia eterometrica con abbondanti ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa e sabbioso limosa addensata. La percentuale limosa della matrice risulta preponderante a profondità maggiori di 7,5m |



Figura 2.



| Nome perforazione | Comune | Provincia | Località |
|--------------------------|------------------------|--|----------------|
| s1_37 | Alpignano | TO | Alpignano |
| Data inizio perforazione | Data fine perforazione | Profondità (m) | Cantiere |
| 27/2/2008 | 28/2/2008 | 10.00 | via Parrocchia |
| Codice perforazione | Profondità (m) | Descrizione | |
| 9994777 | 0.60 | terreno vegetale limoso sabbiosa | |
| 9994777 | 1.80 | limo sabbiosi e sabbie fini limose | |
| 9994777 | 7.20 | ghiaie eterometriche con abbondanti ciottoli in matrice sabbiosa e sabbioso limosa addensata | |
| 9994777 | 7.50 | trovante | |
| 9994777 | 10.00 | ghiaie con frequenti ciottoli in matrice limosa e limoso sabbiosa addensata | |

Figura 3.

- Documentazione geologico-tecnica contenuta negli **studi allegati al P.R.G.C. vigente**: da essa si ricava quanto segue:
 - **Carta litotecnica e delle indagini** (Cfr. stralcio in Fig. 4). L'area di intervento ricade in un settore caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali (ghiaia, sabbia e limo) mentre l'elemento geomorfologico più importante è rappresentato dall'orlo di terrazzo fluviale verso la Dora Riparia che presenta un'altezza superiore ai 20 m. Nell'area significativa non risultano presenti indagini geologico-tecniche pregresse.

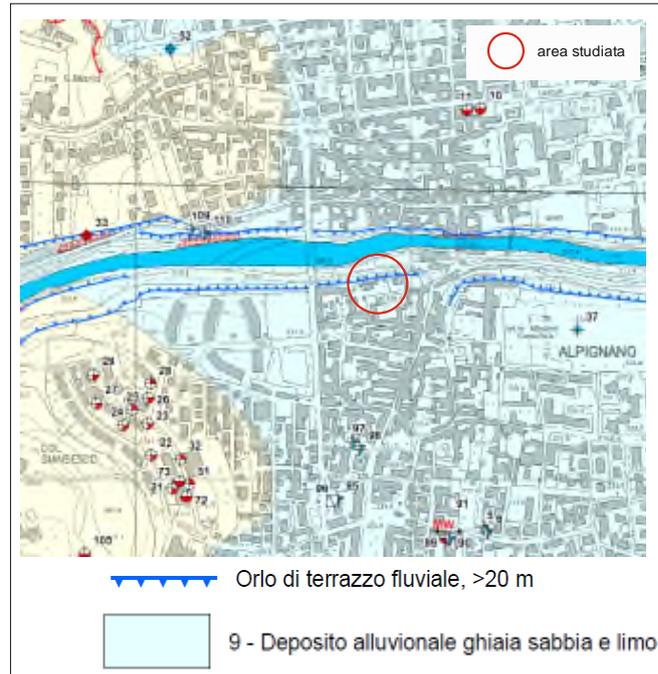


Figura 4.

- **Carta idrogeologica** (Cfr. stralcio in Fig. 5). La permeabilità del sito viene valutata da media a elevata e si segnala la presenza di un acquifero profondo la cui soggiacenza si colloca intorno ai 65 m dal piano campagna.



Figura 5.

- **Carta geomorfologica e quadro del dissesto** (Cfr. stralcio in Fig. 6). L'elemento morfologico principale è rappresentato dalla scarpata che si sviluppa in destra idrografica della Dora Riparia ed il cui ciglio delimita l'area di intervento verso nord; su questo tratto di scarpata non vengono, tuttavia segnalati dissesti (frane o erosioni concentrate) in atto o pregressi. L'area di intervento si colloca inoltre all'esterno delle Fasce Fluviali PAI.

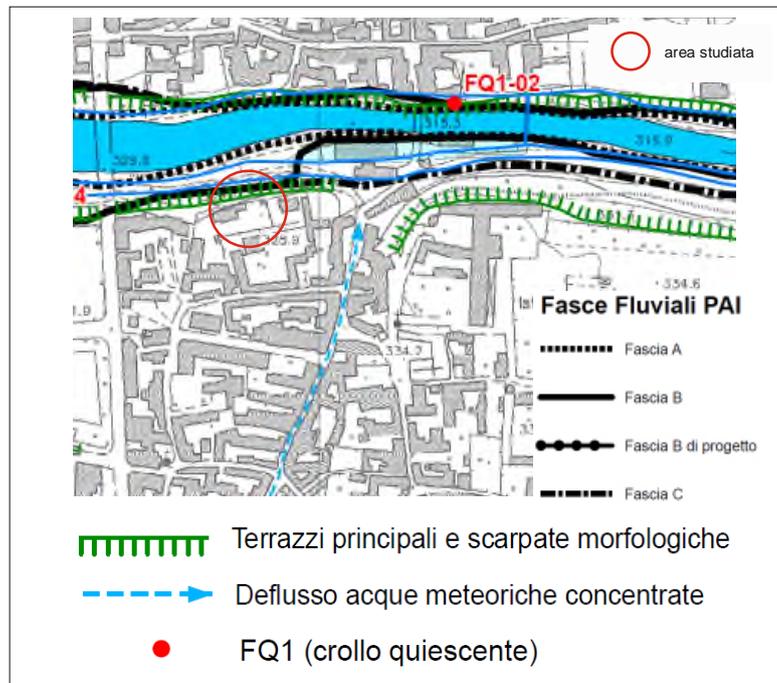


Figura 6.

- **Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica** (Cfr. stralcio in Fig. 7). L'area di intervento ricade nella classe IIIb2 in quanto ubicata lungo il ciglio della scarpata del F. Dora Riparia; ad essa è stata attribuita una pericolosità geomorfologica elevata. In questo caso, sugli edifici esistenti, sono ammessi:
 - interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo;
 - modesti ampliamenti per miglioramento igienico-funzionale-energetico;
 - ristrutturazione e recupero di volumi esistenti con cambio di destinazione d'uso (solo se direttamente collegati e annessi alle unità abitative esistenti).Non sono, invece, ammessi nuovi edifici o interventi che comportino un incremento del carico antropico e o delle unità abitative.

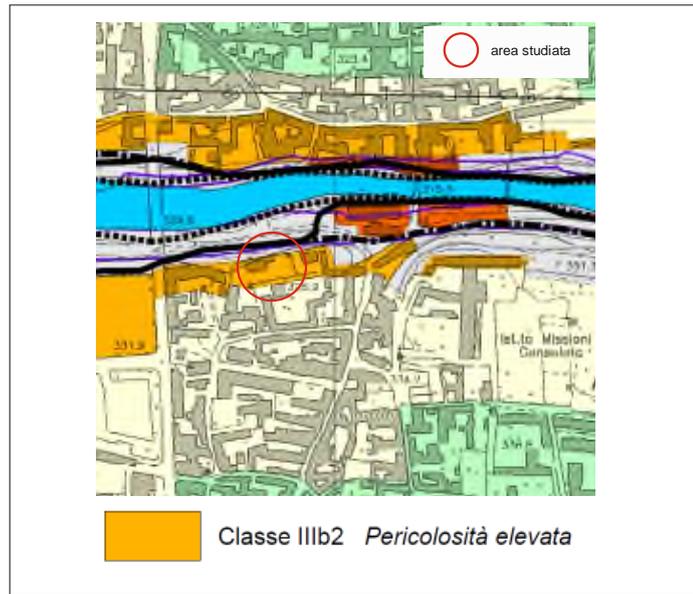


Figura 7.

2.2. Dati acquisiti sul sito

2.2.1. Morfologia e idrografia

L'area di intervento si trova, alla quota di circa 330 m s.l.m., sulla superficie di un ampio terrazzo fluvio-glaciale delimitato verso nord dalla scarpata afferente all'incisione del F. Dora Riparia (Cfr. Fig. 8). Essa, sospesa di oltre 20 m rispetto al piano di scorrimento dell'alveo della Dora Riparia, è interamente compresa in un settore la cui morfologia originaria è legata al modellamento fluvio-glaciale sulla quale si è sovrapposto quello operato dalle acque ruscellanti e dal reticolato idrografico attuale che ne ha determinato la dissezione e il terrazzamento. Nel dettaglio si tratta di una zona subpianeggiante con modesta pendenza (circa 1-2°) verso Est, ubicata presso l'orlo della suddetta scarpata di terrazzo; quest'ultima ha un'acclività media di circa 20-22°. La morfologia attuale risulta molto simile a quella naturale essendo stata solo debolmente modificata dall'intervento antropico.

Nell'area circostante quella specifica di intervento non si rilevano tracce di instabilità, in atto o potenziali, del terreno e/o lesioni alle strutture esistenti imputabili a cause geologiche e/o tracce di erosioni legate alle acque ruscellanti che defluiscono naturalmente seguendo le linee di massima pendenza.

L'idrografia nell'area significativa circostante il sito di previsto intervento è caratterizzata unicamente dalla Dora Riparia. Il fiume, con direzione di deflusso verso Est, percorre la base della scarpata di terrazzo, ad una quota inferiore di oltre 20 m e alla distanza minima di circa 60 m. Non si rilevano erosioni di sponda in atto o incipienti.

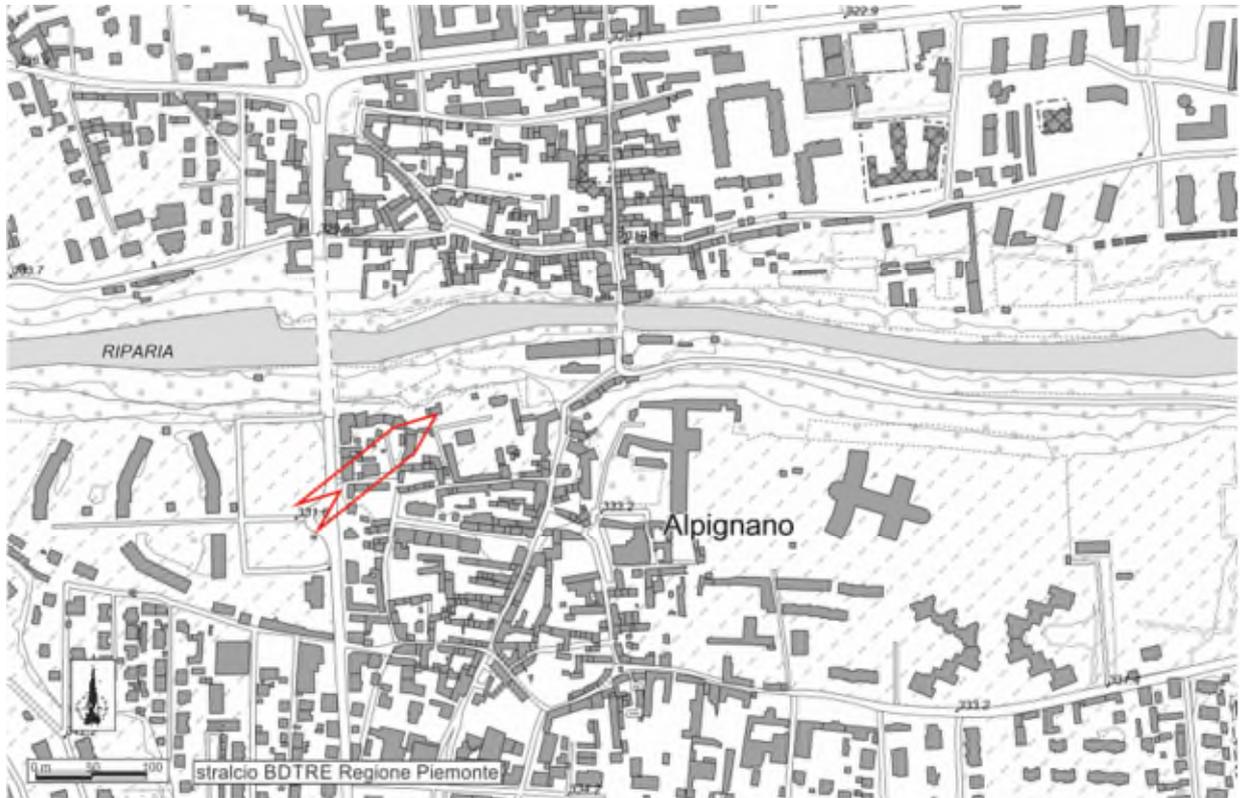


Figura 8: Stralcio cartografico con indicazione del sito di intervento.

2.2.2. Stratigrafia

La stratigrafia di dettaglio del sito è stata ricavata con l'esecuzione delle seguenti indagini geognostiche (cfr. Fig. 9 e Allegato):

- **n. 1 pozzetto esplorativo** (definito Pz1) eseguito con escavatore meccanico in data 21.01.2019. Esso ha raggiunto la profondità di circa -3,3 m dal p.c. che si ritiene adeguata rispetto alle esigenze progettuali.

La stratigrafia rilevata nel pozzetto è la seguente:

- livello "1", profondità da 0,0 m a -1,2 m dal p.c.: terreno sabbioso fine-limoso di colore bruno, parzialmente rimaneggiato e con aspetto terroso;

- livello "2" profondità da -1,2 m a -3,0 m dal p.c.: sabbia fine limosa di colore bruno giallastro;
- livello "3", profondità maggiore di -3,0 m dal p.c.: deposito grossolano a prevalenti ciottoli di forma arrotondata con cementazione carbonatica (conglomerato). I ciottoli rinvenuti hanno dimensioni massime di 0,3-0,4 m e medie di ordine pluricentimetrico. I litotipi individuati sono: serpentinite, prasinite, lherzolite, metagabbro, gneiss, micascisto, calcescisto, quarzite, marmo grigio.

- **n. 1 profilo di velocità delle onde S – MASW**, finalizzato alla determinazione del parametro $V_{s,eq}$ per la classificazione dei suoli ai sensi della Normativa vigente (§3.2.3 delle NTC2018). I risultati dell'indagine, eseguita in data 24.01.2019 dalla ditta Techgea S.r.l., sono riportati in Allegato alla presente.

Sulla base dei risultati della prova l'assetto sismostratigrafico risulta essere il seguente:

- fino alla profondità di 3,0 m dal p.c. di indagine: $124 \text{ m/s} < V_s < 256 \text{ m/s}$; depositi debolmente addensati;
- dalla profondità di 3,0 m fino alla profondità di 13,0 m dal p.c. di indagine: $256 \text{ m/s} < V_s < 448 \text{ m/s}$; depositi mediamente addensati con possibili livelli cementati;
- profondità maggiore di 13,0 m dal p.c. di indagine: $448 \text{ m/s} < V_s < 708 \text{ m/s}$; depositi addensati con possibili livelli cementati.

- **n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue** (definite P1-P2) eseguite con penetrometro medio-leggero (DML30) in data 24.01.2019. In generale tale tipo di prove, nelle quali si misura la resistenza alla penetrazione nel terreno di un utensile standardizzato infisso a percussione, consente di risalire, mediante procedimenti empirici, al profilo stratigrafico e alle caratteristiche di resistenza al taglio e di deformabilità del terreno; il dato rilevato (N_{10}) è il numero di colpi richiesto per un avanzamento prefissato di 10 cm.

L'elaborazione dei dati prodotti in situ (N_{10}) avviene con le consuete formule che consentono di ottenere i valori di N_{SPT} equivalenti per l'interpretazione dei quali esiste una più vasta letteratura geotecnica. Questa operazione viene fatta applicando un fattore di correzione legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato che comporta energia di infissione differente rispetto alla prova SPT classica¹.

¹ Nel caso specifico il penetrometro utilizzato presenta le seguenti caratteristiche: peso maglio 30 Kg, volata maglio 20 cm, peso aste 2.5 kg/m, diametro punta 3.6 cm e peso testa di battuta 10.6 kg. La
Carlotta Siviero, Fabio Siviero e Lucia Rossati - Progetto di formazione piano di recupero per fabbricato di civile abitazione, in Comune di Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12 (F. 19, mappali 956, 957, 958 e 911)- RELAZIONE GEOLOGICA – 11
febbraio 2019

Entrambe le prove hanno raggiunto la profondità di 2,5 m dal p.c. oltre la quale non è stato possibile proseguire a causa della presenza di terreni fortemente addensati (n. colpi maggiore di 60 per un avanzamento di 10 cm).

I risultati ottenuti sono coerenti tra loro e permettono di ritenere che presso il sito di intervento, almeno fino alla profondità indagata con esse, è possibile effettuare correlazioni significative tra le verticali di indagine; queste ultime attesterebbero la continuità areale di livelli aventi caratteristiche geotecniche assimilabili.

Più in particolare l'analisi e interpretazione dei dati hanno permesso di individuare, all'interno della stratigrafia indagata, almeno 2 livelli definiti sulla base delle resistenze penetrometriche (N10) ed interpretate sulla base dei dati rilevati nel pozzetto esplorativo.

La seguente tabella riporta in modo sintetico la successione stratigrafica individuata.

Tabella 2.

| Profondità della base dal p.c. di indagine (m) | N10 medio | Nspt equiv | Descrizione |
|--|-----------|------------|----------------------------------|
| -1,5 | 4 | 3 | Sabbia fine limosa, rimaneggiata |
| -2,5 | 15 | 8 | Sabbia fine limosa |

correzione di valori è stata eseguita con il metodo proposto da Vannelli e Benassi (1983) calibrato mediante apposite prove sperimentali.

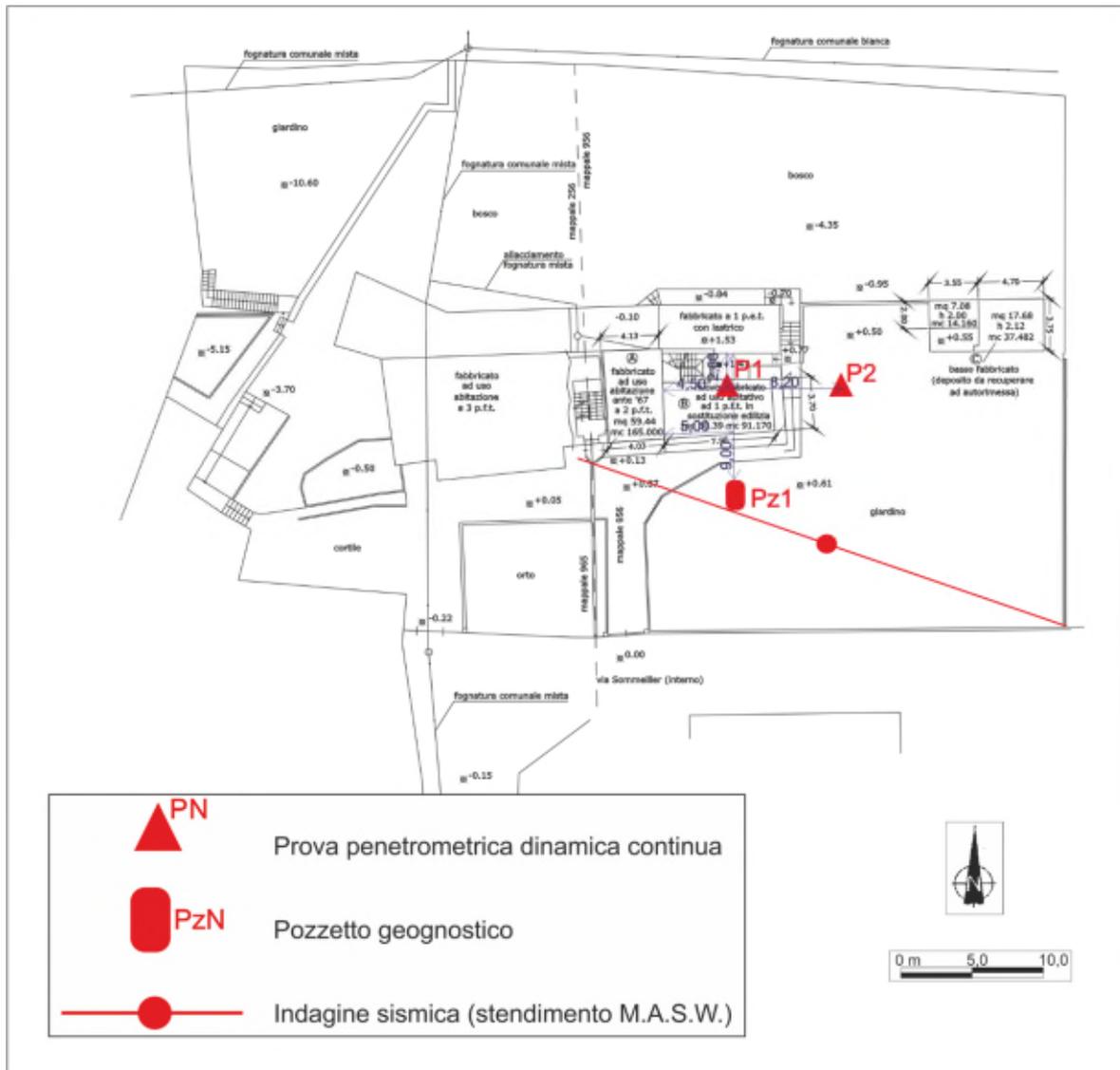


Figura 9: Stralcio della documentazione progettuale (planimetria) con indicazione dei punti di indagine.

2.2.3. Assetto geo idrologico

Nell'area in studio, durante i sopralluoghi, il terreno in superficie si presentava asciutto e ben drenato.

Le condizioni rilevate quali:

- L'assenza di sorgenti e/o fenomeni di ristagno idrico nell'area idrologicamente significativa rispetto a quella in esame;

- L'assenza, fino alla profondità indagata con il pozzetto esplorativo e le prove penetrometriche, della falda acquifera freatica e/o tracce fossili della stessa (patine di ossidazione);

- I dati geologici pregressi (cfr. par. 2.1) che indicano una soggiacenza della falda di 65,0 m dal p.c.;

- L'assetto morfologico del sito (ubicazione sulla superficie di un terrazzo sospeso di oltre 20 m dal piano di scorrimento dei principali corsi d'acqua naturali).

consentono di considerare come livello di soggiacenza² medio della falda acquifera il valore di circa 65,0 m con variazioni stimabili dell'ordine di $\pm 5,0$ m.

² Dislivello fra la quota della superficie topografica e quella dell'acqua nel terreno.

3. ELABORAZIONE DEI DATI

Sulla base dei dati acquisiti l'intervento in progetto si sviluppa in un'area con superficie topografica subpianeggiante ma collocata sul ciglio di una scarpata di terrazzo e pertanto ritenuta a elevato rischio geo-morfologico, costituita, in superficie, da terreni caratterizzati da mediocri parametri geotecnici che tuttavia migliorano con la profondità.

Di seguito si analizzano le interazioni fra le opere in progetto e le suddette condizioni geologico-tecniche.

3.1. Geotecnica delle fondazioni

3.1.1. Metodo di elaborazione dei dati geologico-tecnic

Le NTC2018 prevedono due Approcci e con diverse Combinazioni di coefficienti, alcuni volti ad amplificare le azioni (carichi) ed altri a ridurre le resistenze (caratteristiche geotecniche dei terreni), per giungere ai valori finali delle Azioni (Ed) e delle resistenze (Rd) che andranno confrontati tra loro.

Nel presente studio, per valutare in modo speditivo la capacità portante del terreno (Resistenza) è stato utilizzato l'Approccio 2 che mantiene inalterati i parametri geotecnici.

Segue l'elenco dei passaggi previsti dalla suddetta normativa:

1. Definizione del modello geologico e geotecnico del terreno tramite la progettazione ed esecuzione di un'adeguata campagna di indagini geognostiche; il procedimento ha come scopo la definizione dei parametri geotecnici che consentiranno di calcolare Rd (insieme delle forze che costituiscono la resistenza del sistema);
2. Valutazione della pericolosità sismica;
3. Valutazione della capacità portante del terreno di fondazione;
4. Definizione del valore di progetto delle azioni (Ed) causate dalla struttura cercando la combinazione tra le stesse che risulta più gravosa;
5. Analisi della disequazione $Ed < Rd$ che se è soddisfatta può considerarsi soddisfatta anche la verifica.

I punti 4 e 5 che riguardano la valutazione delle combinazioni di carico più gravose a livello di struttura con la portanza del terreno, non vengono sviluppati in questa sede ma dovranno essere affrontati in sede di progetto esecutivo di tipo strutturale.

3.1.2. Definizione del modello geologico

I dati disponibili, pregressi e di nuova acquisizione, consentono di ottenere un modello geologico significativo fino alla profondità di circa 30 m dal p.c.; esso è riassunto nella seguente tabella mentre le Figg. 10 e 11 illustrano in dettaglio i punti di indagine e la sezione stratigrafica rappresentativa del sito di intervento.

Tabella 3.

| Unità | Descrizione/Interpretazione | profondità media della base dal p.c. di indagine | Vs 30(m/s) | Vs eq (m/s) |
|-------|---|--|------------|-------------|
| A | terreno sabbioso fine-limoso di colore bruno, parzialmente rimaneggiato e con aspetto terroso /coltre <u>eluvio-colluviale</u> | 1,2-1,5 | 124-258 | 391 |
| B | sabbia fine limosa / fluvio-glaciali-lacustri | 3,0 | | |
| C | depositi mediamente addensati a prevalenti ciottoli di forma arrotondata e matrice prevalentemente sabbiosa con locale cementazione carbonatica (conglomerato) / Depositi fluvio-glaciali | 13,0 | 256-448 | |
| D | Depositi addensati a scheletro grossolano in matrice sabbioso-limosa - <u>Depositi glaciali (morena)</u> | >30,0 | 448-708 | |

La falda acquifera risulta avere una soggiacenza media di circa 65,0 m dal p.c. e, pertanto, si escludono interferenze della stessa con le opere in progetto.

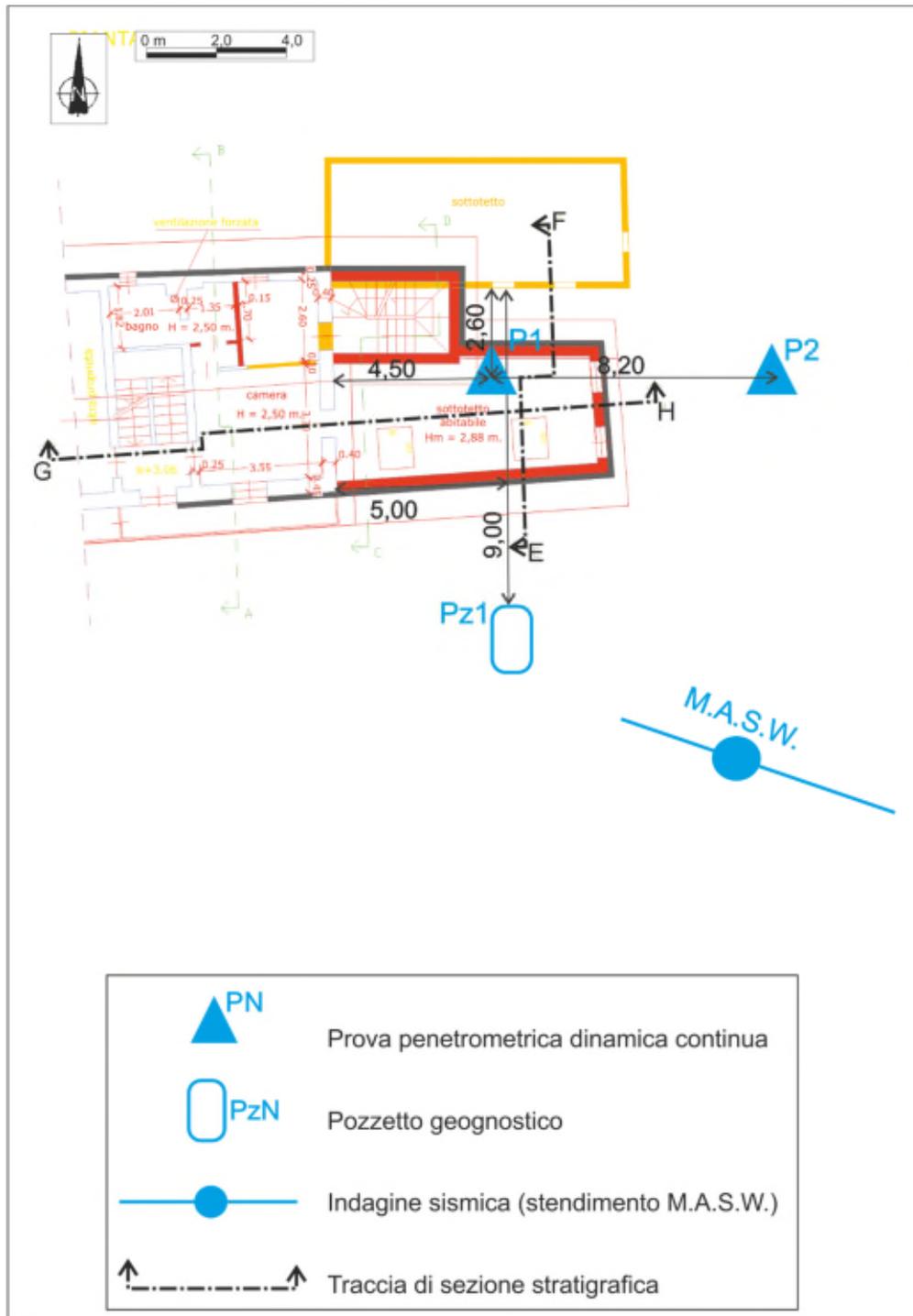


Figura 10: planimetria di dettaglio.

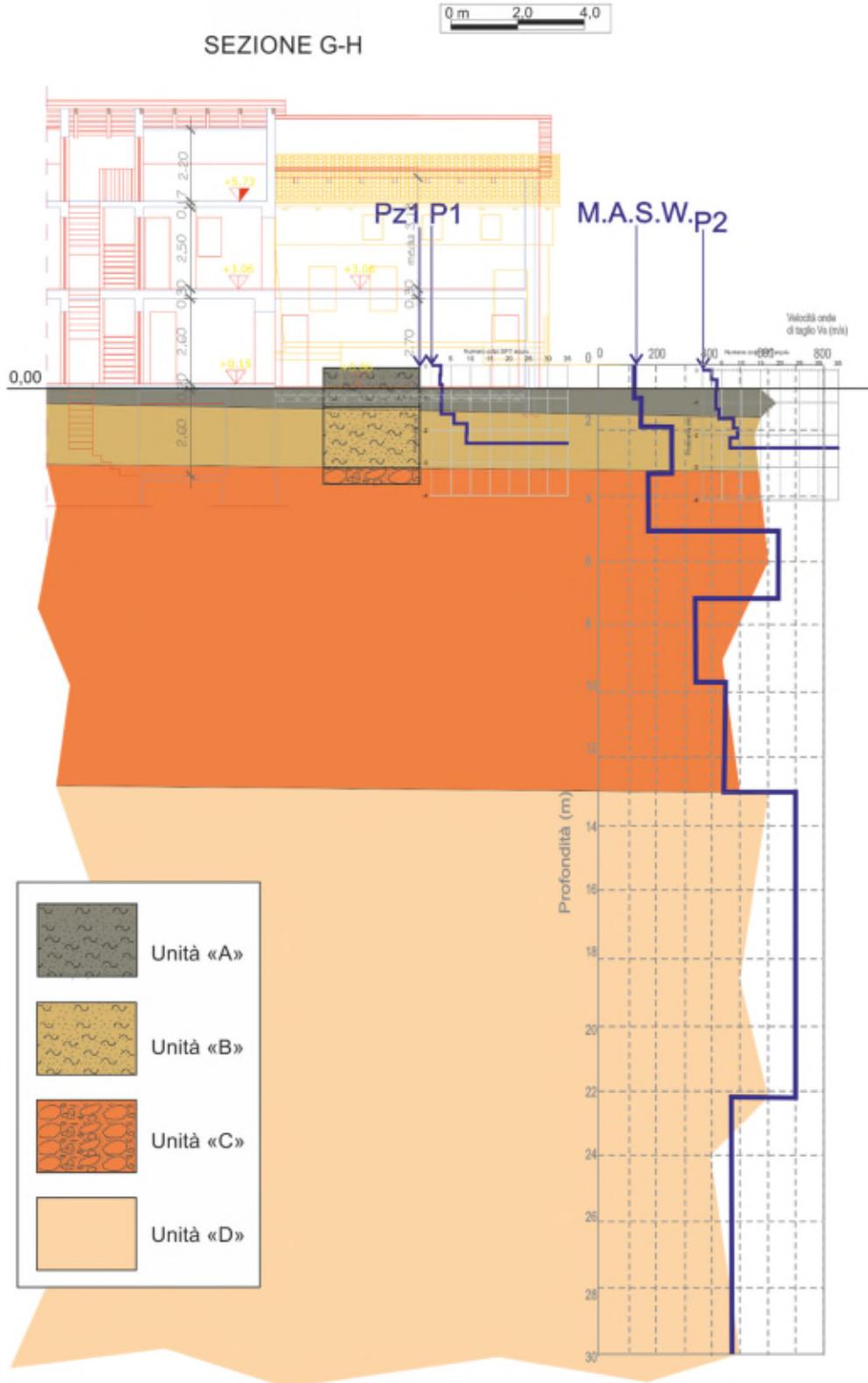


Figura 11: sezione stratigrafica rappresentativa del modello geologico ipotizzato (base tratta dalla documentazione progettuale –Sez. G-H).

3.1.3. Caratterizzazione geotecnica dei terreni e modello geotecnico

Disponendo dei risultati di indagini geognostiche in situ (prove penetrometriche dinamiche continue) volte alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, fino alla profondità di -2,5 m dal p.c. di indagine i principi per caratterizzare le unità distinte nel modello geologico ipotizzato, sono i seguenti:

- Le unità superficiali “A” e “B” saranno caratterizzate utilizzando i dati penetrometrici;
- Le unità più profonde “C” e “D” per le quali non si dispone di dati prodotti in situ si ritiene ragionevole caratterizzarle, secondo principi cautelativi a favore della stabilità, in conformità all’esperienza professionale, alla letteratura tecnico-scientifica e alla similitudine stratigrafica e geomorfologica dell’area in esame con altri siti di indagine.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni delle unità “A” e “B” che sono le più significative ai fini progettuali, si effettua utilizzando i dati penetrometrici (N_{spt} equivalenti) previa elaborazione con le consuete formule presenti nella vasta letteratura geotecnica (cfr. Tabella 4).

Tabella 4.

| <i>parametro</i> | <i>tipo correlazione</i> | <i>metodo</i> |
|--|--------------------------|-------------------------------------|
| angolo di resistenza al taglio (φ) | diretta | Meyerhof (1965) con limo >5% |
| densità relativa ($D_r\%$) | diretta | Skempton (1986) |
| modulo di deformazione o di Young (E_{50}) | diretta | Schultze e Menzenbach |
| Modulo edometrico (M) | diretta | Menzenbach e Malcev per sabbia fine |
| peso di volume naturale (γ) | indiretta | Correlazione con Densità relativa |

In Allegato si riportano i certificati prodotti con il programma SCPT ver. 3.2. (Program Geo; Carpenedolo – BS) che elencano i valori dei parametri ottenuti dall’elaborazione dei dati penetrometrici.

I parametri geotecnici medi dei terreni per ciascuna unità distinta presso il sito di intervento, stimati secondo i principi summenzionati sono elencati nella Tab. 5.

Tabella 5: **parametri geotecnici medi.**

| unità litologica | profondità media della base dal p.c. di indagine | Φ | Dr | γ | E |
|------------------|--|--------|-----|----------------------|-------|
| | (m) | (°) | (%) | (kN/m ³) | (MPa) |
| A | 1,2-1,5 | 26° | 44 | 17,0 | 9,7 |
| B | 3,0 | 30° | 60 | 17,5 | 14,5 |
| C | 13,0 | 34° | 70 | 19,0 | 30,0 |
| D | >30,0 | 35° | 80 | 20,0 | 40,0 |

In ottemperanza a quanto stabilito dalla Normativa (Eurocodice 7, D.M. 14.01.2008 e Circolare 02.02.2009) la scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici da utilizzare nelle verifiche deve derivare da una stima cautelativa del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

Nel caso in esame per definire i valori caratteristici dei parametri geotecnici si utilizza un approccio statistico differenziando il trattamento delle unità "A" e "B" per le quali si dispone di dati prodotti in situ da quello delle unità "C" e "D".

Per le unità "A" e "B" data la tipologia di fondazioni che si ritiene verosimile ipotizzare di tipo continuo, con conseguente compensazione delle resistenze, e la presenza di misure dirette in corrispondenza del sito di intervento, si considerano caratteristici i valori prossimi a quelli minimi dei parametri geotecnici misurati (con probabilità di non superamento del 5%), dando cautelativamente per scontata la condizione peggiore.

Le elaborazioni statistiche dei parametri geotecnici sono state eseguite con il programma Kappa GEO ver. 1.0 (Program Geo; Carpenedolo – BS).

In dettaglio avendo, per ciascuna delle due unità distinte, un campione di modeste dimensioni (n. elementi < 30) si utilizza la Distribuzione di Student per stimare il valore caratteristico dei parametri geotecnici.

Per il "peso di volume" dall'analisi della letteratura scientifica, emerge che la differenza tra il suo valore medio e quello caratteristico è di fatto trascurabile e quindi il primo può essere utilizzato direttamente senza ulteriori elaborazioni.

Nel caso in esame per definire i valori caratteristici dei parametri geotecnici delle unità "C" e "D" si utilizza (consapevolmente dei limiti che comporta l'elaborazione statistica di pochi valori

e inoltre non derivanti da indagini geognostiche ma da una stima) un approccio statistico, rispettando condizioni cautelative (il valore del parametro caratteristico si assume prossimo al valore minimo per garantire una probabilità di non superamento del 5%).

Il criterio adottato per la presente elaborazione statistica è il Teorema di Bayes, riferendosi ai valori di C.O.V. (Coefficiente di Variazione), disponibili in letteratura (cfr. figura 12).

In generale la formula applicata al valore che si assume come medio del parametro geotecnico è la seguente:

- valore caratteristico = $\mu(x)$ [1-1.645 C.O.V.].

Considerando che il comportamento geotecnico dei terreni incoerenti è fortemente controllato dall'angolo di attrito, si procede all'elaborazione statistica del suo valore medio (esposto in Tab. 5), per ottenere quello caratteristico.

Per l'elaborazione dell'angolo di attrito si utilizza il valore del C.O.V. esposto in Fig. 12 pari a 0,1219, al quale, in conformità all'uniformità stratigrafica all'interno delle unità distinte (rilevata dall'analisi dei dati tecnico-scientifici pregressi), si apporta una correzione tramite la sua deviazione standard pari a 0,0615 (cfr. Fig. 12) e nei calcoli si utilizza il valore di 0,0604.

Per il "peso di volume" dall'analisi della letteratura scientifica, emerge che la differenza tra il suo valore medio e quello caratteristico è di fatto trascurabile e quindi il primo può essere utilizzato direttamente senza ulteriori elaborazioni.

Per i restanti parametri geotecnici quali la densità relativa e il modulo di deformazione in mancanza di dati prodotti in situ e di indicazioni bibliografiche utili a elaborazioni statistiche, si stima il loro valore caratteristico in base a principi cautelativi e alla pratica professionale perché si ritiene che l'elaborazione statistica di valori medi non derivanti da indagini in situ e/o in aree limitrofe conduca a valori poco significativi. Di conseguenza nella tabella 6 che riassume i valori caratteristici delle unità distinte, si indicano dei valori ritenuti adeguati in conformità alla letteratura scientifica.

| Parametro | C.O.V. medio μ (COV) | Deviazione standard di C.O.V. σ (COV) |
|--------------|--------------------------|--|
| $\tan(\phi)$ | 0,1219 | 0,0615 |
| c_u | 0,4324 | 0,2328 |
| γ | 0,0685 | 0,0359 |
| C_c | 0,3551 | 0,1269 |
| c_v | 0,5050 | 0,1750 |
| O.C.R. | 0,2250 | 0,1250 |
| k | 0,7900 | 0,1100 |
| N_{spt} | 0,3150 | 0,1650 |
| q_c | 0,2600 | 0,1100 |
| D_r | 0,6000 | 0,1000 |
| w_n | 0,1900 | 0,1100 |
| w_L | 0,1800 | 0,1200 |
| w_p | 0,1800 | 0,1200 |

Legenda:
 ϕ =angolo di resistenza al taglio; c_u =coesione non drenata; γ =peso di volume;
 C_c =indice di compressione vergine; c_v =coefficiente di consolidazione verticale;
O.C.R.=rapporto di sovraconsolidazione; k=coefficiente di permeabilità;
 N_{spt} =numero colpi SPT; q_c =resistenza alla punta CPT;
 D_r =densità relativa; w_n =umidità naturale; w_L =limite di liquidità; w_p =limite di plasticità

Figura 12: tabella del C.O.V. (Tratto da "Valori caratteristici del terreno" tabella 3 del testo; A. Di Bernardo 2009).

I parametri geotecnici caratteristici di progetto sono elencati nella seguente tabella

Tabella 6: **parametri geotecnici caratteristici.**

| unità litologica | profondità media della base dal p.c. di indagine | Φ_K | D_{rK} | γ_K | E_{50K} |
|------------------|--|----------|----------|----------------------|-----------|
| | (m) | (°) | (%) | (kN/m ³) | (MPa) |
| A | 1,2-1,5 | 25°44' | 42 | 17,0 | 9,5 |
| B | 3,0 | 29°17' | 56 | 17,5 | 13,5 |
| C | 13,0 | 31° | 60 | 19,0 | 27,0 |
| D | >30,0 | 32° | 70 | 20,0 | 37,0 |

3.1.4. Individuazione del piano di posa ottimale, della tipologia delle fondazioni

Sulla base del modello geologico ottenuto dalle indagini si configura la seguente situazione:

- le fondazioni dell'intervento in progetto potranno essere impostate, limitando al massimo le operazioni di sbancamento, sui terreni sabbioso limosi dell'unità "B" in corrispondenza del primo livello con sensibile miglioramento dei parametri geotecnici;
- la falda acquifera, data la sua profondità, non interferisce con le opere in progetto essendo esterna al volume significativo di terreno influenzato direttamente o indirettamente delle stesse;

Tali condizioni consentono l'adozione di fondazioni dirette di tipo continuo (a reticolo di travi o platea), approfondite almeno alla profondità di 1,5m dal piano campagna.

3.1.5. Valutazione della pericolosità sismica di base e verifica alla liquefazione

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse (pericolosità sismica di base) per una prefissata Pvr (probabilità di accadimento nel periodo di riferimento), si ritengono definite quando se ne conosca l'accelerazione di picco orizzontale ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione in condizioni di suolo rigido e superficie topografica orizzontale.

L'associazione tra livelli prestazionali definiti per una data struttura e la severità dello scuotimento sismico dipendono dall'importanza dell'opera, pertanto si prevede che l'azione sismica sia associata ad un periodo di riferimento (V_r) dell'opera e ad una prefissata probabilità di eccedenza, cui è abbinato un periodo di ritorno (T_r). Nel dettaglio per ogni costruzione il periodo di riferimento è ottenuto come prodotto della vita nominale della struttura (V_n) per il coefficiente della classe d'uso (C_u) della stessa. Per le strutture ordinarie si assume normalmente il valore $V_n \geq 50$ anni. La suddivisione in classi d'uso è in base al livello di affollamento nell'opera e delle possibili conseguenze, sia in termini di vittime sia di rischi per l'ambiente. Le costruzioni ordinarie ricadono nella classe II con $C_u = 1$. La probabilità di eccedenza (P_{vr}) è associata a ogni stato limite e rappresenta la probabilità di accadimento, nel periodo di riferimento V_r di almeno un sisma avente periodo di ritorno T_r ; per SLE (stato limite di esercizio) si assume $P_{vr} = 63\%$ (SLD -limite di danno, stato di verifica consueto) e 81% (SLO - limite di operatività) e per SLU (stato limite ultimo) si assume $P_{vr} = 10\%$ (SLV - salvaguardia della vita – stato di verifica consueto) e 5% (SLC - prevenzione del collasso).

In base alla D.G.R. 12.12.2011 n. 4-3084 modificata secondo la D.G.R. 03.02.2012 n. 7-3340, il Comune di Alpignano ricade in classe 3; tale classe è caratterizzata da un'accelerazione

di picco orizzontale al suolo (a_g), con probabilità di superamento in 50 anni del 10%, compresa tra 0.05 g e 0.15 g.

La pericolosità sismica del sito è definita essenzialmente in termini di a_g (accelerazione massima orizzontale al piano di posa delle fondazioni) e di $S_e(T)$ (ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente) con prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento.

In base a quanto previsto dalle NTC2018 a_g è definita dalla seguente formula:

$$a_g = S_S \cdot S_t \cdot a_0 \text{ dove}$$

S_S = fattore di correzione stratigrafica associato alla categoria di sottosuolo di fondazione;

S_t = fattore di amplificazione topografica;

a_0 = accelerazione sismica al *bedrock* (substrato roccioso) in cui ha origine l'onda sismica.

Nel caso specifico la determinazione della categoria di sottosuolo è stata effettuata mediante indagine sismica di tipo MASW (cfr. risultati in allegato) da cui si evince che il valore di $V_{s,eq}$ calcolato al piano campagna nei primi 30 m di terreno è di 391 m/s; è pertanto possibile definire il contesto geotecnico esaminato come sottosuolo di classe sismica B (rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s). Di conseguenza il fattore S_S deriva dalla seguente formulazione $1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_0 / g \leq 1,20$, dove F_0 è l'amplificazione spettrale massima in accelerazione orizzontale, il fattore C_c deriva dalla formulazione $1,10 (T_c^*)^{-0,20}$, dove T_c^* è espresso in secondi (cfr. tabella 3.2.IV del D.M. 17.01.2018).

I parametri a_0 , F_0 e T_c^* sono ricavati, sia per SLU-SLV sia per SLD-SLE, in base ai valori di latitudine e longitudine del sito di intervento utilizzando il programma "Geostru PS" della Geostru software (cfr. Allegato) e considerando un tempo di ritorno di:

- 50 anni per SLE-SLD per cui $a_0 = 0,034$ g, $F_0 = 2,553$ e $T_c^* = 0,209$ s.
- 475 anni per SLU-SLV per cui $a_0 = 0,072$ g, $F_0 = 2,673$ e $T_c^* = 0,270$ s.

Il parametro S_t , pur trattandosi di superficie topografica subpianeggiante ma collocata sul ciglio di una scarpata di terrazzo (con acclività di circa 20-22°) quindi in presenza di configurazioni topografiche prevalentemente bidimensionali (creste o dorsali allungate) di altezza prossima a 30 m, e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si ritiene cautelativo assumere il valore di 1,2 (cfr. tabella 3.2.V del D.M. 17.01.2018) corrispondente alla categoria topografica T2.

Utilizzando i suddetti parametri si ottengono i seguenti valori:

| | SLE-SLD | SLU-SLV |
|---|---------|---------|
| a_g | 0,049 g | 0,103 g |
| β_s | 0,20 | 0,20 |
| khk | 0,010 | 0,021 |
| Inclinazione del carico dovuta al sisma | 5°, 919 | |

Il sito in esame, secondo il D.M. 17.01.2018, risponde a uno dei quattro criteri che consentono di omettere la verifica alla liquefazione dei terreni in quanto le condizioni geoidrologiche indagate consentono di escludere la presenza di una falda acquifera stabile entro i primi 15 m di profondità dal piano campagna.

3.1.6. Valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e dei cedimenti

La valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e dei relativi cedimenti viene effettuata in via speditiva ipotizzando di impostare le fondazioni sui terreni (al tetto) dell'unità "B".

I calcoli sono stati eseguiti mediante l'applicazione di un programma (QSB ver.2.9, ProgramGeo – Carpenedolo-BS) utilizzando: l'Approccio II come definito nel D.M. 17.01.2018 per caratterizzare azioni e resistenze, la formula di Brinch-Hansen per la determinazione della capacità portante e la Teoria dell'Elasticità per la valutazione dei cedimenti complessivi³. I valori dei cedimenti sono stati calcolati (in via cautelativa ed in assenza di indicazioni più specifiche) considerando quali azioni i valori della capacità portante S.L.U. ottenuta dalla precedente elaborazione (tale condizione andrà valutata dal progettista strutturale in fase di dimensionamento definitivo delle strutture⁴).

Le ipotesi di calcolo sono le seguenti:

- tipologia di fondazione: rigida a trave;
- impostazione delle fondazioni: al tetto dell'unità "B";

³ In merito ai cedimenti si sottolinea che le presenti valutazioni devono essere intese come stime in quanto allo stato attuale di progetto non si dispone di tutti i parametri per definire correttamente le forze agenti.

⁴ Sulla base delle risultanze dell'analisi geologica e in base ai principi cautelativi richiamati dalla Normativa vigente, le ipotesi utilizzate per l'esecuzione dei calcoli sono rappresentative della situazione media dell'area interessata dal progetto

- altezza della fondazione: 0,5 m, larghezza delle fondazione: da 1,0 a 1,2 m;
- valori del parametri geotecnici caratteristici come esposti in Tab. 6;
- assenza della falda acquifera interferente con le opere in progetto.

Seguono nella tabella 7 i risultati delle elaborazioni. In Allegato si riportano i certificati di calcolo, le schede descrittive della geometria delle fondazioni ipotizzate e dei parametri geotecnici dei terreni.

Tabella 7.

| Fondazione | Combinazione azioni: Fondamentale - capacità portante S.L.U. (kN/m ²) | Cedimento (mm) | Combinazione azioni: Sismica- capacità portante S.L.U. (kN/m ²) | Cedimento (mm) |
|----------------------|--|----------------|--|----------------|
| Trave larga 1,0 m | 120 | 12,8 | 115 | 12,3 |
| Trave larga 1,2 m | 126 | 14,2 | 121 | 13,7 |

In merito ai valori dei cedimenti si sottolinea che essi sono stati definiti considerando quali azioni i valori delle azioni in condizione di stato limite ultimo (SLU) calcolato. Tale approssimazione è eseguita in assenza dei valori definitivi/effettivi dei carichi di esercizio, pertanto i valori dei cedimenti esposti in tabella sono da considerarsi puramente indicativi.

Dall'analisi dei dati si evince che, nelle condizioni di verifica, la situazione geotecnica è progettualmente idonea alla realizzazione dell'opera prevista con la limitazione dei carichi indicati dalla tabella 7.

Sarà cura del progettista strutturale verificare, in base ai carichi effettivi, alle prestazioni e ai parametri geotecnici del terreno di fondazione, quale sia la distorsione angolare ammissibile dalle strutture in progetto e, a seguito dell'apertura degli scavi di sbancamento, l'omogeneità del piano di fondazione, anche con possibile riformulazione delle suddette verifiche dopo ulteriori indagini.

3.2. Vulnerabilità idrogeologica e geoidrologica

A riguardo delle possibili interazioni tra la situazione geo idrologica e idrogeologica locali e le opere in progetto e, tenuto conto dell'analisi di quanto riportato nella cartografia geologica allegata al P.R.G.C. (Cfr. Par. 2.1), dei risultati delle indagini, delle caratteristiche morfologiche locali e dei corsi d'acqua della rete idrografica principale più prossimi, si osserva che l'area di intervento si situa in un settore caratterizzato come segue:

- Il corpo idrico più vicino (Dora Riparia) scorre alla distanza di circa 60 m verso Nord, separato da evidenti discontinuità morfologiche (scarpata di terrazzo con altezza maggiore di 20 m). Pertanto si ritiene che il corso d'acqua non interferisca direttamente con il sito di intervento anche in caso di di eventi parossistici;

- Il reticolato idrografico artificiale non interferisce con le opere in progetto;

- La falda acquifera, avendo una soggiacenza media di circa 65 m dal p.c., non interferisce con le opere in progetto, tuttavia si ritiene indispensabile eseguire a tergo dei muri controterra manufatti adatti a consentire la circolazione dell'aria e ostacolare infiltrazioni idriche meteoriche (vespaio aerato, intercapedine, ecc.) ed eseguire con attenzione i lavori di impermeabilizzazione;

- A seguito della realizzazione delle opere in progetto si ritiene che l'incremento delle acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabilizzate, sarà significativo, pertanto esse potranno essere smaltite sul terreno, in posizione distale dalla scarpata di terrazzo, previa adozione di accorgimenti per prevenire fenomeni di erosione concentrata e instabilità della coltre superficiale oppure in idoneo ricettore, nel rispetto delle prescrizioni di cui all'art. 12 delle Norme di Attuazione del P.A.I.

In conformità a quanto riportato si ritiene che, se recepite le indicazioni summenzionate, le opere in progetto, inserendosi in un contesto già antropizzato, non costituiscono ostacolo al deflusso sia delle acque superficiali ruscellanti e incanalate sia di quelle sotterranee, non interferiscono con aree classificate ad elevata pericolosità idrogeologica e geo idrologica e non accrescono il grado di pericolosità idrogeologica locale.

3.3. Stabilità dell'area

La stabilità di un'area dipende dalle caratteristiche geotecniche del terreno e dalla tipologia e dimensioni delle opere da realizzarsi.

I risultati del rilievo geologico e l'analisi delle condizioni locali e della tipologia di opere di seguito riassunti:

- Le opere in progetto non ricadono in aree di dissesto gravitativo attivo o incipiente (come riportato nella Cartografia geologica allegata al P.R.G.C. cfr. par. 2.1);
- Non si sono rilevate condizioni predisponenti a dissesti gravitativi e/o dissesti attivi e/o venute idriche lungo la porzione di scarpata di terrazzo sottostante il fabbricato oggetto di intervento;
- I terreni di cui è composta l'area, essenzialmente granulari, sono caratterizzati da un angolo di attrito interno superiore alla pendenza della superficie topografica e non essendo presente acqua di falda superficiale, si ritiene che non sussistano problemi di stabilità legati ad essi;
- Le opere si inseriscono in un contesto morfologicamente antropizzato senza produrre significativi scavi e/o riporti di terreno; inoltre risultano migliorative delle generali condizioni di stabilità del ciglio della scarpata di terrazzo in quanto la ricostruzione avverrà in posizione distale dal ciglio stesso riducendo i sovraccarichi sullo stesso;
- Per quanto riguarda gli effetti indotti dalla tipologia di opere in progetto, date le caratteristiche del terreno di fondazione, le condizioni morfologiche e l'ubicazione delle opere rispetto agli elementi morfologici, si valuta che la realizzazione delle stesse non comporterà modificazioni tali da determinare un aggravio significativo alle attuali condizioni generali di stabilità della scarpata. Data la situazione rilevata e descritta, non si ritiene necessario ricorrere a verifiche di stabilità globale di tipo analitico.

4. VALUTAZIONI

L'indagine geologica effettuata ha evidenziato quanto segue:

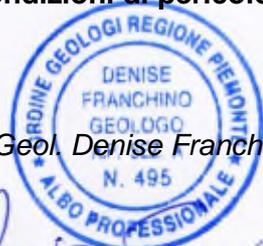
- Le opere in progetto sono compatibili rispetto alle condizioni di pericolosità geomorfologica locali individuate negli elaborati geologici allegati al P.R.G.C. che compendiano i dati pregressi relativi all'area geologicamente significativa comprendente quella di intervento;
- La situazione geotecnica locale risulta soddisfacente nei confronti delle opere in progetto, anche con riferimento alle condizioni sismiche previste, pur con il limite di utilizzare fondazioni di tipo continuo (Cfr. § 3.6.);
- la situazione idrogeologica, geoidrologica e morfologica locale consentono di collocare il sito di intervento in un settore non interferente con le acque superficiali incanalate (reticolo idrografico naturale e artificiale) e con la falda acquifera (salvo fenomeni di infiltrazione di acque meteoriche per i quali al § 3.2. si descrivono le precauzioni da adottare);
- le condizioni di stabilità del sito, il quale non ricade nella perimetrazione di significative situazioni di dissesto in atto o potenziali, né di tipo gravitativo (frane e crolli di blocchi) né di tipo erosivo, risultano compatibili con le opere previste; queste ultime inoltre, data la loro tipologia e l'ubicazione risultano migliorative delle condizioni di stabilità della sottostante scarpata di terrazzo.

Si ritiene che, se recepite le indicazioni contenute nella presente relazione, l'intervento in progetto è compatibile con la situazione geologica, idrogeologica, geoidrologica e geotecnica locali senza interferire significativamente con le condizioni di pericolosità e la stabilità locali.

Dott. Geol. Aldo Perotto

SEGUENTE ALLEGATO:

Dott.ssa Geol. Denise Franchino




- INDAGINI IN SITU: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA;
- RELAZIONE D'INDAGINE SISMICA;
- DATI PENETROMETRICI;
- PARAMETRI SISMICI;
- ELABORAZIONE DATI PENETROMETRICI E CERTIFICATI DEI CALCOLI.

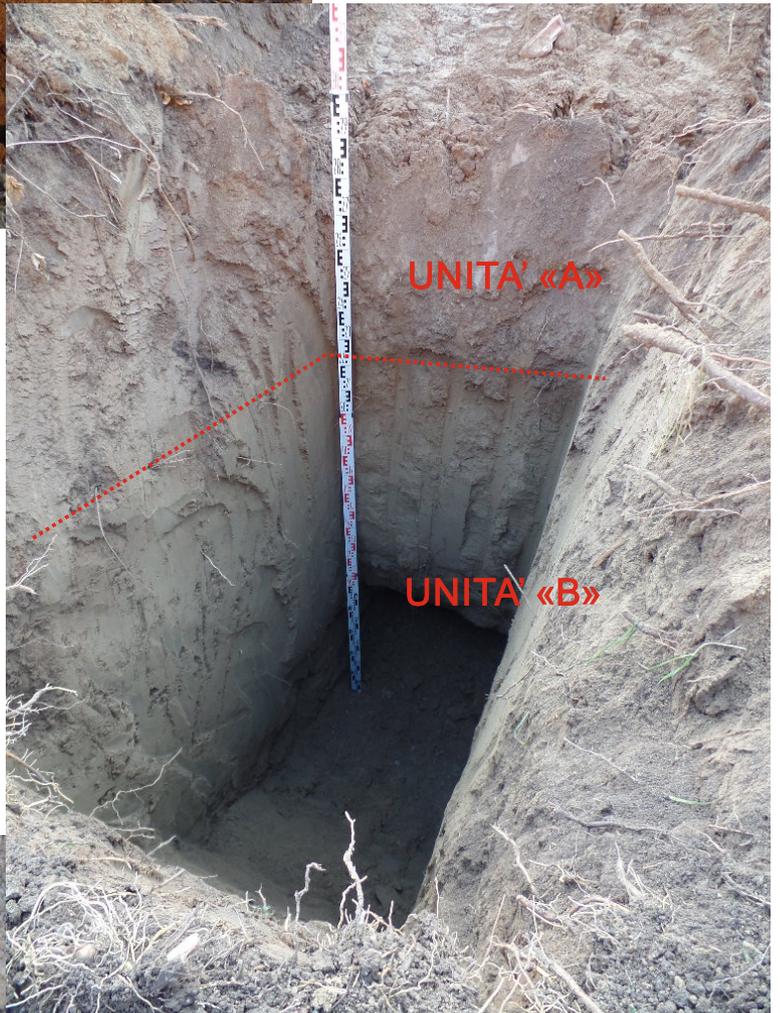
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINI IN SITU:

PROVE PENETROMETRICHE
DINAMICHE
CONTINUE



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINI IN SITU:

POZZETTO ESPLORATIVO



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
INDAGINI IN SITU:

INDAGINE SISMICA M.A.S.W.



Siviero C.; Siviero F.; Rossati L.

Sito di indagine:
Via Sommeiller 12, Alpignano (TO)



Indagine sismica con metodologia MASW finalizzata alla determinazione
del parametro V_{s30} per la classificazione sismica dei suoli

Relazione Tecnica

Relazione n.: 4299/19
Revisione n.: 0
Data: 25/01/19
Redatto da: Marco Bacenetti Geol. Ph.D.
Controllato da: Dott. Geol. Mario Naldi

| | | |
|----------|--|---------------|
| 1 | Introduzione | pag. 1 |
| 2 | Strumentazione utilizzata | pag. 1 |
| 3 | Acquisizione ed elaborazione dati | pag. 1 |
| 4 | Normativa sismica vigente | pag. 2 |
| 5 | Risultati della prova MASW | pag. 4 |

ALLEGATO A Certificato esito prova MASW

ALLEGATO B Cenni teorici sulla metodologia MASW

1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra e descrive le indagini geofisiche di tipo sismico (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) realizzate presso:

| | | | | | |
|----------------|--|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|
| Sito: | Via Sommeiller 12, Alpignano (TO) | | | Regione: | Piemonte |
| Norm. regione: | D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011 e s.m.i. | | | Zona sismica: | 3 |
| Progetto: | Interventi di ristrutturazione edilizia | | | | |
| Coordinate GPS | Datum: WGS84 | Proiezione: UTM | Zona: 32T | EST: 383917.81 | NORD: 4994824.54 |

Scopo dell'indagine è definire il parametro V_{s30} per la classificazione sismica dei suoli (in accordo al D.M. 17.01.2018 e successivi aggiornamenti). In quanto segue si illustrano ed analizzano i risultati ottenuti.

2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'acquisizione dei dati sismici è stata realizzata con un sismografo a 24 canali dotato di un convertitore analogico/digitale a 24 bit (unità Daq Link IV, Seismic Source Ltd.). Lo strumento è fornito di una connessione di rete standard 10/100 (base RJ45) per la comunicazione con un computer portatile su cui è installato un apposito programma (VibraScope® v.2.4.40) che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.

I geofoni utilizzati (Weihai Sunfull) possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5 Hz con distorsione inferiore allo 0.2%.

L'energizzazione si è ottenuta con massa battente da 10 Kg su piastra metallica. Per l'innesco (trigger) si è utilizzato uno "shock sensor" collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo.

Cenni relativi alla metodologia di indagine sono riportati in Appendice B.

3 ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Come detto nel capitolo introduttivo, l'indagine ha previsto la realizzazione di una prova MASW, la cui ubicazione viene riportata in Allegato A – pag. 1).

La prova, secondo quanto previsto dagli standard internazionali riportati nella Tabella 1 della pagina seguente, è stata eseguita con un set-up di acquisizione composto da:

| | | | | |
|-----------------------|------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Geofoni | Numero 24 | Frequenza [Hz] 4.5 | Interasse [m] 1.5 | Lungh. linea [m] 34.5 |
| Energizzazioni | Mazza [Kg] 10 | Punti energ. [n°] 7 | Max dist.da G1 [m] 10.5 | Min dist.da G1 [m] 1.5 |

Per ogni punto di energizzazione sono stati generati almeno 3 impulsi sismici.

Tabella 1 - Disposizione geometrica ottimale su linea MASW in relazione alla profondità di indagine

| Recommended Values in () | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---|-----------------------|---------------------|---------------------------------|------------|-------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------|--------------|
| Depth (Z_{max}) ¹ (m) | Source (S) ² (lb) | Receiver (R) ³ (Hz) | Receiver Spread (RS) (m) | | | | SR Move ⁶ (dx) | | | Recording ⁸ | | | | |
| | | | Length ⁴ (D) | Source Offset ⁵ (X ₁) | Receiver Spacing (dx) | | Lateral Resolution ⁷ | | | dt ⁹ (ms) | T ¹⁰ (sec) | Vertical Stack ¹¹ | | |
| | | | | | 24-ch* | 48-ch | High | Medium | Low | | | C | N | VN |
| ≤ 1.0 | ≤ 1 (1)** | 4.5-100 (40) | 1-3 (2.0) | 0.2-3.0 (0.4) | 0.05-0.1 (0.1) | 0.02-0.05 (0.05) | 1-2 (1) | 2-4 (2) | 4-12 (4) | 0.5-1.0 (0.5) | 0.5-1.0 (0.5) | 1-3 (3) | 3-5 (5) | 5-10 (10) |
| 1-5 | 1-5 (5) | 4.5-40 (10) | 1-15 (10) | 0.2-15 (2) | 0.05-0.6 (0.5) | 0.02-0.3 (0.25) | 1-2 (1) | 2-4 (2) | 4-12 (4) | 0.5-1.0 (0.5) | 0.5-1.0 (0.5) | 1-3 (3) | 3-5 (5) | 5-10 (10) |
| 5-10 | 5-10 (10) | ≤ 10 (4.5) | 5-30 (20) | 1-30 (4) | 0.2-1.2 (1.0) | 0.1-0.6 (0.5) | 1-2 (1) | 2-4 (2) | 4-12 (4) | 0.5-1.0 (0.5) | 0.5-1.0 (1.0) | 1-3 (3) | 3-5 (5) | 5-10 (10) |
| 10-20 | ≥ 10 (20) | ≤ 10 (4.5) | 10-60 (30) | 2-60 (10) | 0.4-2.5 (1.5) | 0.2-1.2 (1.0) | 1-2 (1) | 2-4 (2) | 4-12 (4) | 0.5-1.0 (0.5) | 1.0-2.0 (1.0) | 1-3 (3) | 3-5 (5) | 5-10 (10) |
| 20-30 | ≥ 10 (20) | ≤ 4.5 (4.5) | 20-90 (50) | 4-90 (10) | 0.8-3.8 (2.0) | 0.4-1.9 (1.5) | 1-2 (1) | 2-4 (2) | 4-12 (4) | 0.5-1.0 (1.0) | 1.0-2.0 (1.0) | 1-3 (3) | 3-5 (5) | 5-10 (10) |
| 30-50 | ≥ 10 (20) or passive | ≤ 4.5 (4.5) | 30-150 (70) | 6-150 (15) | 1.2-6.0 (3.0) | 0.6-3.0 (2.0) | 1-2 (1) | 2-4 (2) | 4-12 (4) | 0.5-1.0 (1.0) | 1.0-3.0 (1.0) | 1-3 (3) | 3-5 (5) | 5-10 (10) |
| > 50 | ≥ 10 (20) or passive | ≤ 4.5 (4.5) | > 50 (150) | > 10 (30) | > 2.0 (6.0) | > 1.0 (4.0) | 1-2 (1) | 2-4 (2) | 4-12 (4) | 0.5-1.0 (1.0) | ≥ 1.0 (2.0) | 1-3 (3) | 3-5 (5) | 5-10 (10) |

I dati acquisiti sono stati elaborati con il software Surfseis V. 6.4.1 (Kansas University, USA), che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

4 NORMATIVA SISMICA VIGENTE

La normativa vigente individua come parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s) e viene calcolata mediante l'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

h_i = spessore dello strato i-esimo (espresso in m)
 $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio dell'i-esimo strato (espressa in m/s)
 N = numero di strati
 H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800

Nella Tabella 2 riportata nella pagina seguente, si presenta la classificazione sismica prevista dal Decreto Ministeriale del 17.01.2018 (T.U. costruzioni).

Tabella 2 - Classificazione del tipo di suolo secondo la vigente normativa sismica italiana

| TIPO DI TERRENO | PROFILO STRATIGRAFICO | $V_{s,eq}$ [m/s] |
|------------------------|---|------------------------------------|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore | > 800 |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. | < 800 > 360 |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s | < 360 > 180 |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 a 180 m/s. | < 180 > 100 |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. | |

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m. nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le suddette classi di suolo consentono il calcolo semplificato delle azioni sismiche secondo le indicazioni fornite al § 3.2.3 delle NTC 2018; per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

5 RISULTATI DELLA PROVA MASW

L'analisi del profilo stratigrafico, riportato in Allegato A – pag. 2, evidenzia un assetto sismo-stratigrafico descritto nella tabella seguente.

| Livello | Profondità [m da p.c.] | Descrizione | Velocità Vs [m/s] |
|---------|------------------------|---|-------------------|
| 1 | 0 ÷ 3 | Livello superficiale costituito da depositi da debolmente addensati | 124 ÷ 256 |
| 2 | 3 ÷ 13 | Secondo sismostrato costituito da depositi da mediamente addensatisi rilevano possibili livelli cementati. | 256 ÷ 448 |
| 3 | 13 ÷ 30 | Terzo sismostrato esteso oltre la massima profondità di indagine, costituito da depositi addensati con possibili livelli cementati. | 448 ÷ 708 |

Il valore di $V_{s,eq}$ calcolato al piano campagna è pari a 391 m/s. Pertanto è possibile definire il contesto geotecnico esaminato come suolo di classe sismica "B".

| $V_{s,eq}$ [m/s] | Classe di suolo | Profilo stratigrafico |
|------------------|-----------------|---|
| 391 | B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |

Techgea S.r.l.

Relazione redatta da:

Marco Bacenetti Geol. Ph.D.



Controllata da:

Dott. Geol. Mario Naldi



ALLEGATO A
Certificato esito prova MASW

| | |
|-------------|------------------------------------|
| COMMITTENTE | Siviero C.; Siviero F.; Rossati L. |
| RELAZIONE | 4299/19 |
| LOCALITA' | Via Sommeiller 12, Alpignano (TO) |
| DATA | 25/01/2019 |

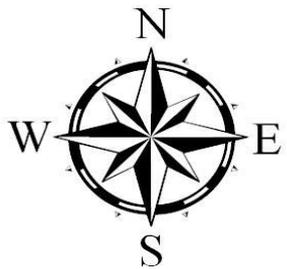
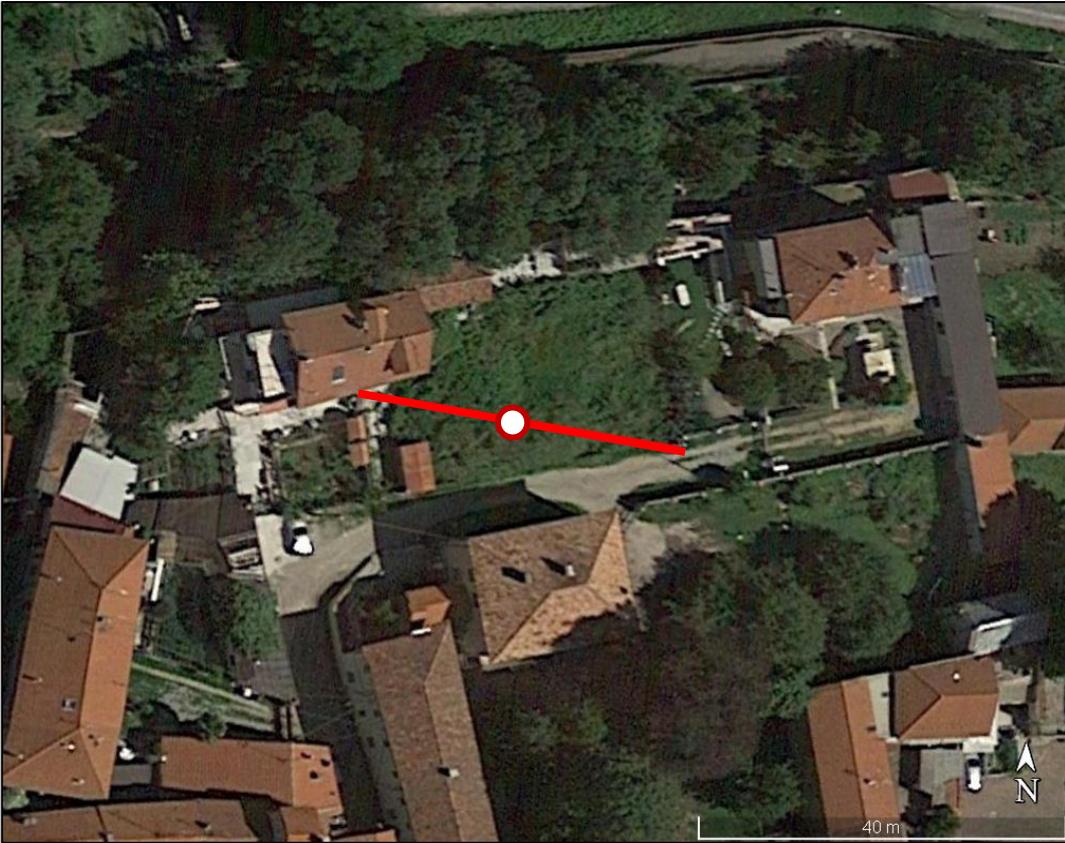
Azienda certificata UNI EN ISO
9001:2008
Certificato n. IT246983
Bureau Veritas Italia S.p.A.



ALLEGATO A

Pagina 1

UBICAZIONE INDAGINE MASW



LEGENDA

- Stendimento linea MASW
- Centro linea MASW Ubicaz. profilo Vs₃₀

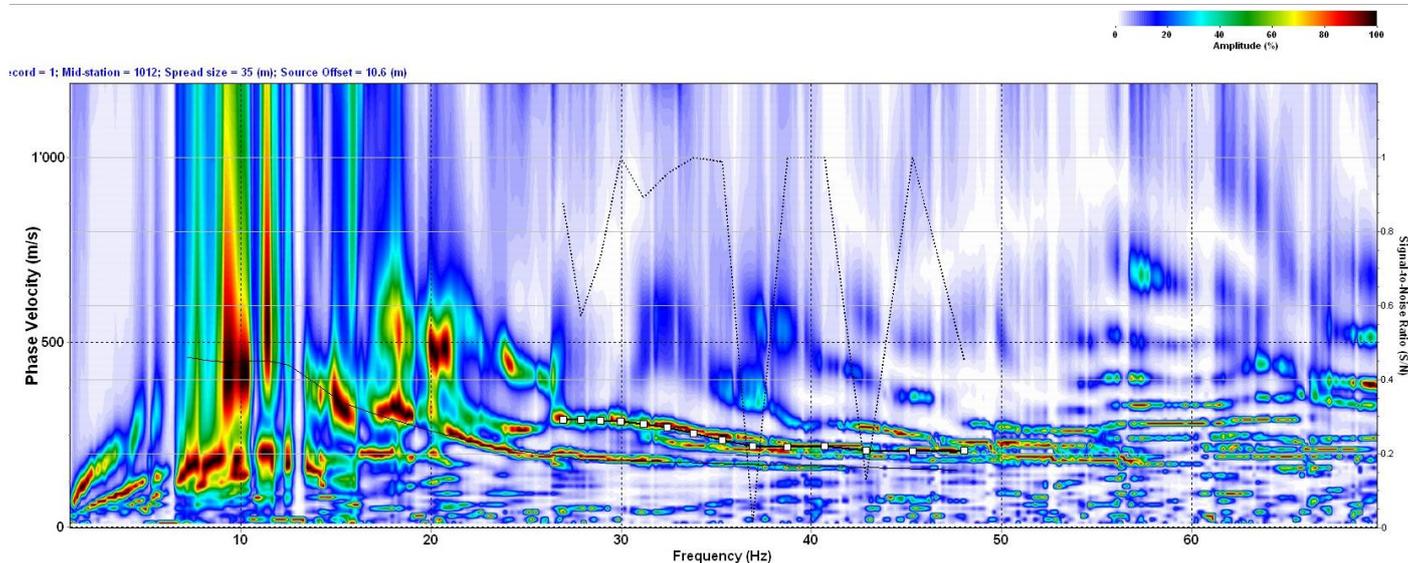
| | |
|------------------------|------------|
| Ubicazione centro MASW | |
| Coordinate UTM WGS84 | |
| Zona | 32T |
| EST | 383917.81 |
| NORD | 4994824.54 |

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

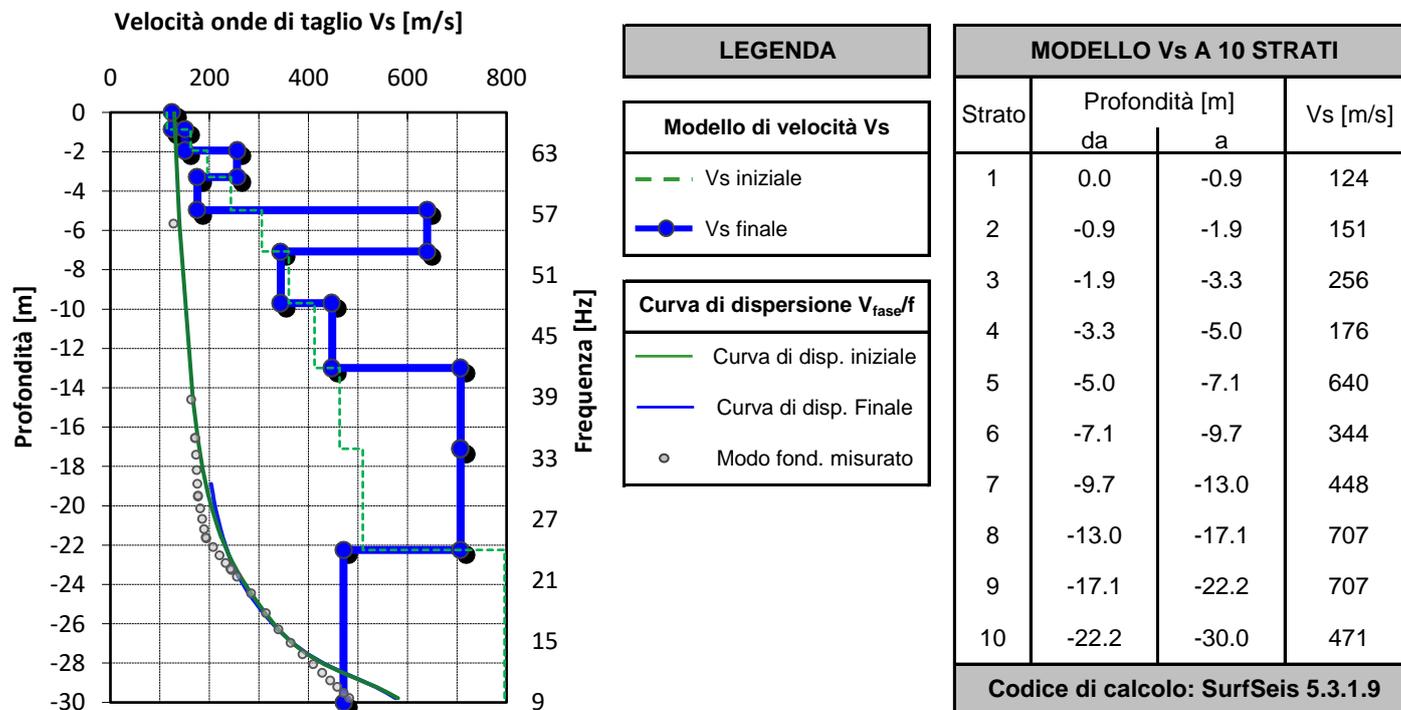


| | | | | |
|-------------|------------------------------------|------------------|-------------------|------------|
| COMMITTENTE | Siviero C.; Siviero F.; Rossati L. | SISMOGRAFO | DAQ LINK IV | |
| RELAZIONE | 4299/19 | GEOFONI | 24 (freq. 4.5 Hz) | |
| LOCALITA' | Via Sommeiller 12, Alpignano (TO) | ACQUISITION TIME | 1.0 s | ALLEGATO A |
| DATA | 25/01/2019 | SAMPLE INTERVAL | 0.50 ms | Pagina 2 |

PROVA MASW - CURVA DI DISPERSIONE DELLE ONDE DI RAYLEIGH



PROFILO DI VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO



| SUOLO | DESCRIZIONE GEOTECNICA | Vs ₃₀ [m/s] |
|----------|---|---|
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. | 391 (media pesata sugli spessori compresi tra 0 e -30 m) |

ALLEGATO B
Cenni sulla metodologia MASW

CENNI TEORICI SULLA METODOLOGIA DI INDAGINE MASW

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo è un fenomeno multimodale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse lunghezze d'onda. Di conseguenza, ad una determinata frequenza possono corrispondere diverse velocità di fase, ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione e differenti modi di vibrazione possono esibirsi simultaneamente.

La curva di dispersione ottenuta elaborando i dati derivanti dalle indagini sismiche col metodo SWM (Surface Waves Multichannel) è una curva apparente derivante dalla sovrapposizione delle curve relative ai vari modi di vibrazione, e che, per i limiti indotti dal campionamento, non necessariamente coincide con singoli modi nei diversi intervalli di frequenza campionati.

Il processo di caratterizzazione basato sul metodo delle onde superficiali, schematizzato nelle Figure 1, 2 e 3, può essere suddiviso in tre fasi:

- 1) Acquisizione dati (Figura 1);
- 2) Elaborazione dati (Figura 2);
- 3) Inversione numerica (Figura 3).

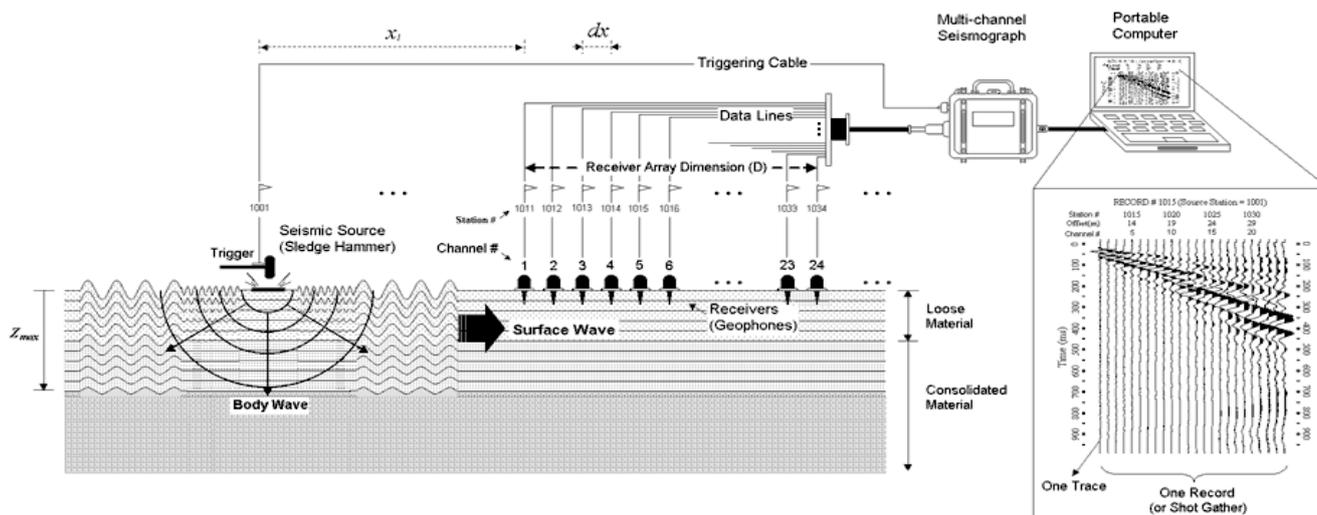


Figura 1 - Schema di acquisizione dati MASW

I dati acquisiti vengono sottoposti ad una fase di processing che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto ovvero, la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (il codice di calcolo utilizzato è SurfSeis® versione 4.0.2, Kansas University USA).

Esistono diverse tecniche di processing per estrarre dai sismogrammi le caratteristiche dispersive del sito. La metodologia più diffusa è l'analisi spettrale in dominio f-k (frequenza-numero d'onda). I dati sismici registrati vengono sottoposti a una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio tempo) al dominio f-k. Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere la curva di dispersione delle onde di Rayleigh, nell'ipotesi che, nell'intervallo di frequenze analizzato, le onde che si propagano con il maggiore contenuto di energia siano proprio le onde di Rayleigh, e che le caratteristiche del sito siano tali da consentire la propagazione delle onde superficiali, nonché un comportamento dispersivo delle stesse.

Si dimostra infatti che la velocità delle onde di Rayleigh è associata ai massimi dello spettro f-k; si può ottenere facilmente una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza il picco spettrale, al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh V_R , determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione:

$$V_R(f) = 2\pi f/k$$

Riportando le coppie di valori (V_R, f) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione (Figura 2). La fase di inversione deve essere preceduta da una parametrizzazione del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo visco-elastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.

Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, ed eventualmente delle informazioni note a priori riguardo la stratigrafia, il problema diretto viene risolto diverse volte variando i parametri che definiscono il modello. Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica). Usualmente, algoritmi di minimizzazione ai minimi quadrati vengono utilizzati per automatizzare la procedura (Figura 3).

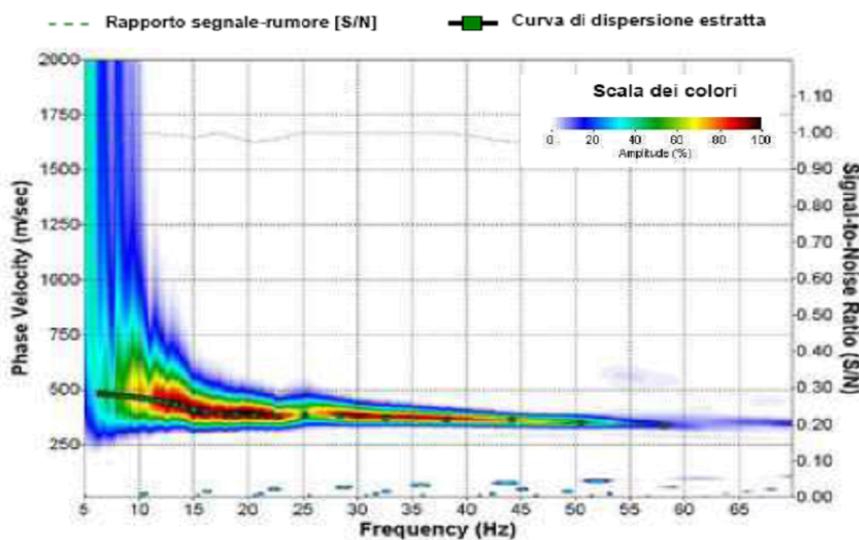


Figura 2 - Curva di dispersione della velocità V_s in funzione della frequenza e della velocità di fase

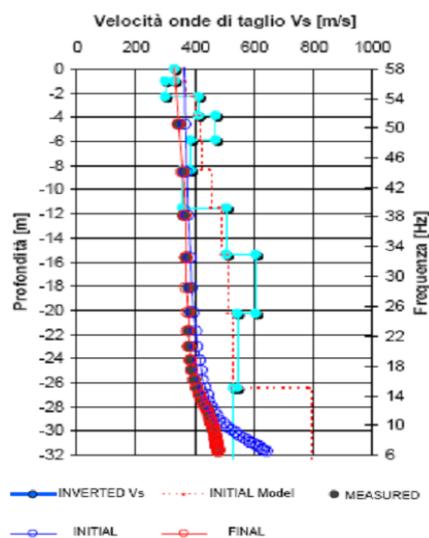


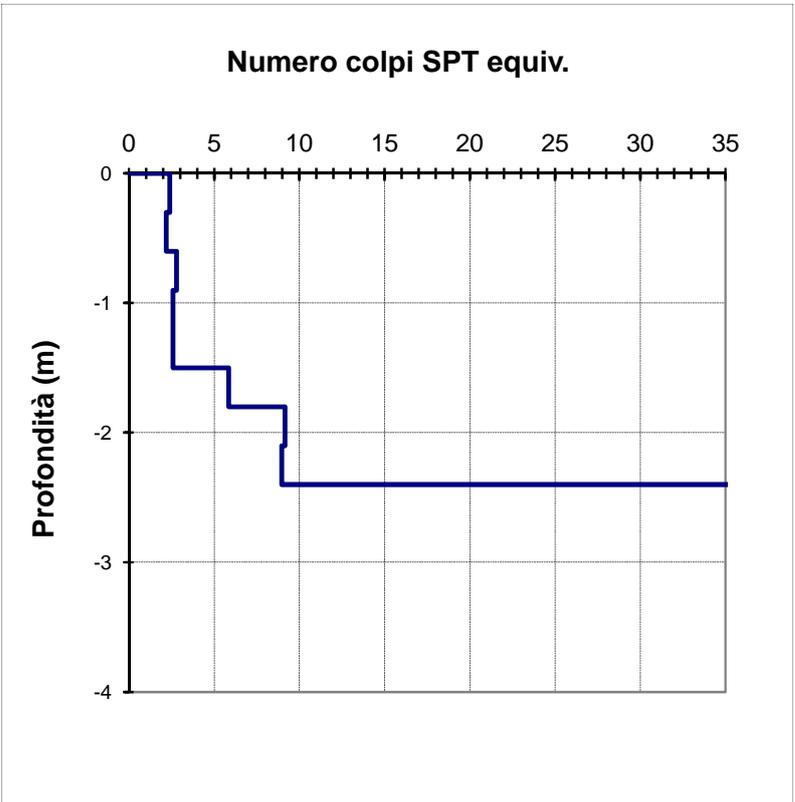
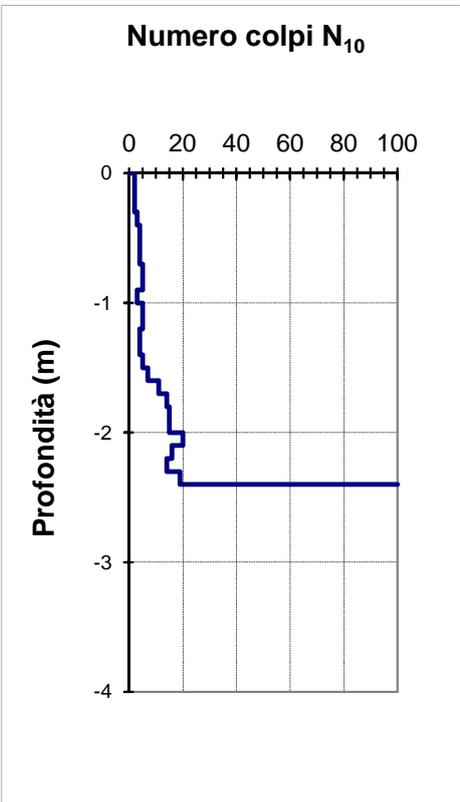
Figura 3 - Modello di propagazione delle velocità delle onde V_s

Dott. ALDO PEROTTO
GEOLOGO
v. Della Michela 39 - ALMESE (TO)

Committente: *Siviero C., Siviero F., Rossati L.*
Località: ALPIGNANO via Sommeiller n.12 Data: 24-gen-19

| | |
|---|---|
| Prova n° 1 | Livello falda alla data di esecuzione: n.r. |
| Penetrometro dinamico DML-30 | Quota di riferimento: --- m s.l.m. |

| m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 0,1 | 2 | 2,1 | 20 | 4,1 | | 6,1 | | 8,1 | | 10,1 | | 12,1 | |
| 0,2 | 2 | 2,2 | 16 | 4,2 | | 6,2 | | 8,2 | | 10,2 | | 12,2 | |
| 0,3 | 2 | 2,3 | 14 | 4,3 | | 6,3 | | 8,3 | | 10,3 | | 12,3 | |
| 0,4 | 3 | 2,4 | 19 | 4,4 | | 6,4 | | 8,4 | | 10,4 | | 12,4 | |
| 0,5 | 4 | 2,5 | 100 | 4,5 | | 6,5 | | 8,5 | | 10,5 | | 12,5 | |
| 0,6 | 4 | 2,6 | | 4,6 | | 6,6 | | 8,6 | | 10,6 | | 12,6 | |
| 0,7 | 4 | 2,7 | | 4,7 | | 6,7 | | 8,7 | | 10,7 | | 12,7 | |
| 0,8 | 5 | 2,8 | | 4,8 | | 6,8 | | 8,8 | | 10,8 | | 12,8 | |
| 0,9 | 5 | 2,9 | | 4,9 | | 6,9 | | 8,9 | | 10,9 | | 12,9 | |
| 1,0 | 3 | 3,0 | | 5,0 | | 7,0 | | 9,0 | | 11,0 | | 13,0 | |
| 1,1 | 5 | 3,1 | | 5,1 | | 7,1 | | 9,1 | | 11,1 | | 13,1 | |
| 1,2 | 5 | 3,2 | | 5,2 | | 7,2 | | 9,2 | | 11,2 | | 13,2 | |
| 1,3 | 4 | 3,3 | | 5,3 | | 7,3 | | 9,3 | | 11,3 | | 13,3 | |
| 1,4 | 4 | 3,4 | | 5,4 | | 7,4 | | 9,4 | | 11,4 | | 13,4 | |
| 1,5 | 5 | 3,5 | | 5,5 | | 7,5 | | 9,5 | | 11,5 | | 13,5 | |
| 1,6 | 7 | 3,6 | | 5,6 | | 7,6 | | 9,6 | | 11,6 | | 13,6 | |
| 1,7 | 11 | 3,7 | | 5,7 | | 7,7 | | 9,7 | | 11,7 | | 13,7 | |
| 1,8 | 14 | 3,8 | | 5,8 | | 7,8 | | 9,8 | | 11,8 | | 13,8 | |
| 1,9 | 15 | 3,9 | | 5,9 | | 7,9 | | 9,9 | | 11,9 | | 13,9 | |
| 2,0 | 15 | 4,0 | | 6,0 | | 8,0 | | 10,0 | | 12,0 | | 14,0 | |



Dott. ALDO PEROTTO
GEOLOGO
v. Della Michela 39 - ALMESE (TO)

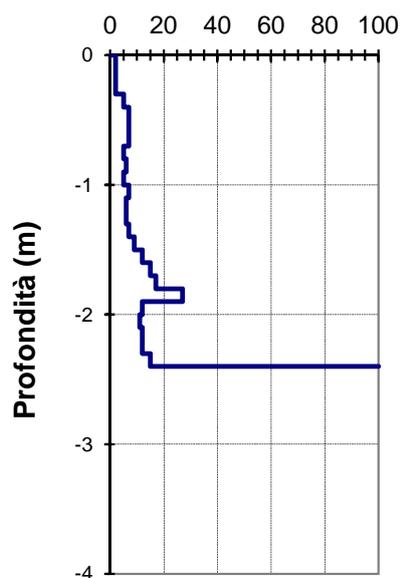
Committente: *Siviero C., Siviero F., Rossati L.*

Località: ALPIGNANO via Sommeiller n.12 Data: 24-gen-19

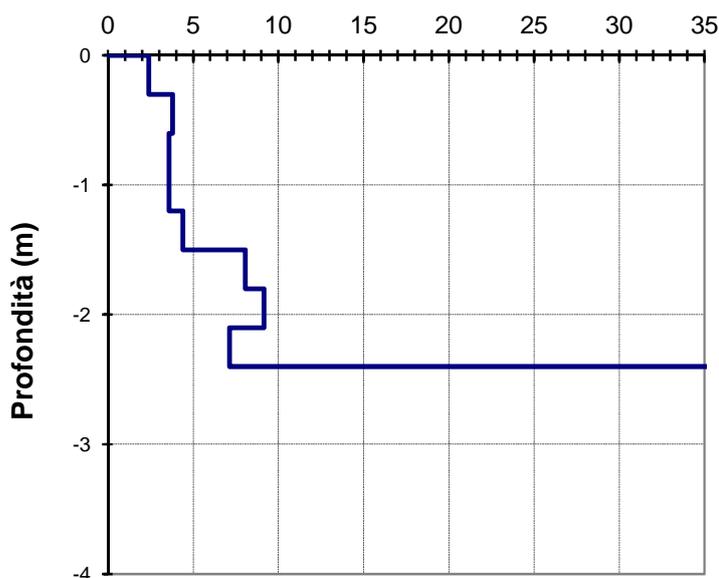
| | |
|---|---|
| Prova n° 2 | Livello falda alla data di esecuzione: n.r. |
| Penetrometro dinamico DML-30 | Quota di riferimento: --- m s.l.m. |

| m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 | m | N10 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 0,1 | 2 | 2,1 | 11 | 4,1 | | 6,1 | | 8,1 | | 10,1 | | 12,1 | |
| 0,2 | 2 | 2,2 | 12 | 4,2 | | 6,2 | | 8,2 | | 10,2 | | 12,2 | |
| 0,3 | 2 | 2,3 | 12 | 4,3 | | 6,3 | | 8,3 | | 10,3 | | 12,3 | |
| 0,4 | 5 | 2,4 | 15 | 4,4 | | 6,4 | | 8,4 | | 10,4 | | 12,4 | |
| 0,5 | 7 | 2,5 | 100 | 4,5 | | 6,5 | | 8,5 | | 10,5 | | 12,5 | |
| 0,6 | 7 | 2,6 | | 4,6 | | 6,6 | | 8,6 | | 10,6 | | 12,6 | |
| 0,7 | 7 | 2,7 | | 4,7 | | 6,7 | | 8,7 | | 10,7 | | 12,7 | |
| 0,8 | 5 | 2,8 | | 4,8 | | 6,8 | | 8,8 | | 10,8 | | 12,8 | |
| 0,9 | 6 | 2,9 | | 4,9 | | 6,9 | | 8,9 | | 10,9 | | 12,9 | |
| 1,0 | 5 | 3,0 | | 5,0 | | 7,0 | | 9,0 | | 11,0 | | 13,0 | |
| 1,1 | 7 | 3,1 | | 5,1 | | 7,1 | | 9,1 | | 11,1 | | 13,1 | |
| 1,2 | 6 | 3,2 | | 5,2 | | 7,2 | | 9,2 | | 11,2 | | 13,2 | |
| 1,3 | 6 | 3,3 | | 5,3 | | 7,3 | | 9,3 | | 11,3 | | 13,3 | |
| 1,4 | 7 | 3,4 | | 5,4 | | 7,4 | | 9,4 | | 11,4 | | 13,4 | |
| 1,5 | 9 | 3,5 | | 5,5 | | 7,5 | | 9,5 | | 11,5 | | 13,5 | |
| 1,6 | 12 | 3,6 | | 5,6 | | 7,6 | | 9,6 | | 11,6 | | 13,6 | |
| 1,7 | 15 | 3,7 | | 5,7 | | 7,7 | | 9,7 | | 11,7 | | 13,7 | |
| 1,8 | 17 | 3,8 | | 5,8 | | 7,8 | | 9,8 | | 11,8 | | 13,8 | |
| 1,9 | 27 | 3,9 | | 5,9 | | 7,9 | | 9,9 | | 11,9 | | 13,9 | |
| 2,0 | 12 | 4,0 | | 6,0 | | 8,0 | | 10,0 | | 12,0 | | 14,0 | |

Numero colpi N₁₀



Numero colpi SPT equiv.



Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45,098403

longitudine: 7,525674

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 13568 Lat: 45,0842 Lon: 7,4728 Distanza: 4443,713

Sito 2 ID: 13569 Lat: 45,0877 Lon: 7,5433 Distanza: 1822,514

Sito 3 ID: 13347 Lat: 45,1376 Lon: 7,5383 Distanza: 4472,269

Sito 4 ID: 13346 Lat: 45,1341 Lon: 7,4677 Distanza: 6037,664

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,028 g
Fo: 2,507
Tc*: 0,193 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,034 g
Fo: 2,553
Tc*: 0,209 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,072 g
Fo: 2,673
Tc*: 0,270 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,088 g
Fo: 2,693
Tc*: 0,281 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,530
St: 1,200
Kh: 0,008
Kv: 0,004
Amax: 0,389
Beta: 0,200

SLD:
Ss: 1,200
Cc: 1,510
St: 1,200
Kh: 0,010
Kv: 0,005
Amax: 0,483
Beta: 0,200

SLV:
Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,200
Kh: 0,021
Kv: 0,010
Amax: 1,015
Beta: 0,200

SLC:
Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,200
Kh: 0,025
Kv: 0,013
Amax: 1,248
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 45.097444
longitudine: 7.524584

| Profondità base strato(m) | Nspt medio equivalente | Descrizione litologica dello strato | Velocità onde S (m/s) | Rapporto Tau/Sigma | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Mod.edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Mod. dinamico di taglio (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1,2 | 4 | Sabbia sciolta | 95 | 0,08 | 26 | 1,84 | 38 | 97 | 52 | | | | 185 | 0,22 |
| 1,3 | 4 | Sabbia sciolta | 97 | 0,08 | 26 | 1,84 | 37 | 97 | 52 | | | | 185 | 0,23 |
| 1,4 | 4 | Sabbia sciolta | 98 | 0,08 | 26 | 1,83 | 36 | 97 | 52 | | | | 185 | 0,25 |
| 1,5 | 4 | Sabbia sciolta | 100 | 0,08 | 26 | 1,83 | 36 | 97 | 52 | | | | 185 | 0,27 |
| 1,6 | 6 | Sabbia sciolta | 108 | 0,11 | 27 | 1,87 | 43 | 108 | 59 | | | | 237 | 0,29 |
| 1,7 | 10 | Sabbia compatta | 120 | 0,18 | 29 | 1,94 | 55 | 129 | 73 | | | | 324 | 0,31 |
| 1,8 | 13 | Sabbia compatta | 127 | 0,23 | 30 | 1,99 | 62 | 145 | 84 | | | | 381 | 0,33 |
| 1,9 | 13 | Sabbia compatta | 128 | 0,23 | 30 | 1,98 | 61 | 145 | 84 | | | | 381 | 0,35 |
| 2 | 13 | Sabbia compatta | 129 | 0,22 | 30 | 1,97 | 60 | 145 | 84 | | | | 381 | 0,37 |
| 2,1 | 18 | Sabbia compatta | 138 | 0,3 | 32 | 2,03 | 69 | 171 | 102 | | | | 464 | 0,39 |
| 2,2 | 14 | Sabbia compatta | 134 | 0,23 | 30 | 1,98 | 60 | 150 | 88 | | | | 398 | 0,41 |
| 2,3 | 13 | Sabbia compatta | 133 | 0,21 | 30 | 1,96 | 58 | 145 | 84 | | | | 381 | 0,43 |
| 2,4 | 17 | Sabbia compatta | 141 | 0,27 | 32 | 2,01 | 65 | 166 | 98 | | | | 449 | 0,45 |

Profondità della falda (m): non rilevata

| Profondità base strato(m) | Nspt medio equivalente | Descrizione litologica dello strato | Velocità onde S (m/s) | Rapporto Tau/Sigma | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa % | Modulo di Young (kg/cmq) | Modulo edom. incoerenti (kg/cmq) | Coesione non drenata (kg/cmq) | Mod.edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Mod. dinamico di taglio (kg/cmq) | Pres.eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1,2 | 5 | Sabbia sciolta | 99 | 0,1 | 26 | 1,86 | 42 | 102 | 56 | | | | 212 | 0,22 |
| 1,3 | 5 | Sabbia sciolta | 101 | 0,1 | 26 | 1,86 | 41 | 102 | 56 | | | | 212 | 0,24 |
| 1,4 | 6 | Sabbia sciolta | 105 | 0,12 | 27 | 1,87 | 44 | 108 | 59 | | | | 237 | 0,26 |
| 1,5 | 8 | Sabbia sciolta | 112 | 0,15 | 28 | 1,91 | 50 | 118 | 66 | | | | 283 | 0,27 |
| 1,6 | 11 | Sabbia compatta | 120 | 0,2 | 29 | 1,96 | 58 | 134 | 77 | | | | 344 | 0,29 |
| 1,7 | 13 | Sabbia compatta | 125 | 0,24 | 30 | 1,99 | 62 | 145 | 84 | | | | 381 | 0,31 |
| 1,8 | 15 | Sabbia compatta | 130 | 0,27 | 31 | 2,01 | 66 | 155 | 91 | | | | 416 | 0,33 |
| 1,9 | 24 | Sabbia compatta | 142 | 0,42 | 34 | 2,13 | 82 | 202 | 123 | | | | 554 | 0,35 |
| 2 | 11 | Sabbia compatta | 126 | 0,19 | 29 | 1,94 | 55 | 134 | 77 | | | | 344 | 0,38 |
| 2,1 | 10 | Sabbia compatta | 125 | 0,17 | 29 | 1,92 | 52 | 129 | 73 | | | | 324 | 0,39 |
| 2,2 | 11 | Sabbia compatta | 128 | 0,18 | 29 | 1,93 | 53 | 134 | 77 | | | | 344 | 0,41 |
| 2,3 | 11 | Sabbia compatta | 129 | 0,18 | 29 | 1,93 | 53 | 134 | 77 | | | | 344 | 0,43 |
| 2,4 | 13 | Sabbia compatta | 134 | 0,21 | 30 | 1,95 | 57 | 145 | 84 | | | | 381 | 0,45 |

Profondità della falda (m): non rilevata

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave larga 1,2 m

Parametri geotecnici del terreno di fondazione

Strato n.

1

Descrizione litologica:

Limo e sabbia

| | |
|--|--------------------|
| Angolo di attrito (°): | 26 |
| Densità relativa (%): | 40 |
| Coesione(kg/cmq): | 0 |
| Peso di volume sopra falda(kg/mc): | 1700 |
| Peso di volume sotto falda(kg/mc): | 1900 |
| Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq): | 95 |
| Coefficiente di Poisson: | 0,35 |
| O.C.R.: | 1 |
| Indice di compressione: | |
| Indice di compressione secondaria: | |
| Indice di ricomprensione: | |
| Indice dei vuoti iniziale: | |
| Coefficiente di consolidazione verticale (cmq/s): | |
| Numero di colpi Spt medio: | |
| Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cmq): | 0 |
| R.Q.D. (%) | |
| Limite di liquidità (%): | |
| Contenuto naturale d'acqua (%): | |
| Fattore di portanza Nq: | 0 |
| Fattore di portanza Nc: | 0 |
| Fattore di portanza Ny: | 0 |
| Comportamento meccanico: | Livello incoerente |
| Caratteristiche idrogeologiche: | Livello permeabile |

Strato n.

2

Descrizione litologica:

Sabbia poco addensata

| | |
|--|--------------------|
| Angolo di attrito (°): | 29 |
| Densità relativa (%): | 50 |
| Coesione(kg/cmq): | 0 |
| Peso di volume sopra falda(kg/mc): | 1750 |
| Peso di volume sotto falda(kg/mc): | 1950 |
| Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq): | 135 |
| Coefficiente di Poisson: | 0,35 |
| O.C.R.: | 1 |
| Indice di compressione: | |
| Indice di compressione secondaria: | |
| Indice di ricomprensione: | |
| Indice dei vuoti iniziale: | |
| Coefficiente di consolidazione verticale (cmq/s): | |
| Numero di colpi Spt medio: | |
| Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cmq): | 0 |
| R.Q.D. (%) | |
| Limite di liquidità (%): | |
| Contenuto naturale d'acqua (%): | |
| Fattore di portanza Nq: | 15,17 |
| Fattore di portanza Nc: | 26,35 |
| Fattore di portanza Ny: | 11,43 |
| Comportamento meccanico: | Livello incoerente |
| Caratteristiche idrogeologiche: | Livello permeabile |

Strato n.

3

Descrizione litologica:

Sabbia molto addensata

| | |
|---|--------------------|
| Angolo di attrito (°): | 31 |
| Densità relativa (%): | 60 |
| Coesione(kg/cm ^q): | 0 |
| Peso di volume sopra falda(kg/mc): | 1900 |
| Peso di volume sotto falda(kg/mc): | 2100 |
| Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ^q): | 270 |
| Coefficiente di Poisson: | 0,35 |
| O.C.R.: | 1 |
| Indice di compressione: | |
| Indice di compressione secondaria: | |
| Indice di ricomprensione: | |
| Indice dei vuoti iniziale: | |
| Coefficiente di consolidazione verticale (cm ^q /s): | |
| Numero di colpi Spt medio: | |
| Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cm ^q): | 0 |
| R.Q.D. (%) | |
| Limite di liquidità (%): | |
| Contenuto naturale d'acqua (%): | |
| Fattore di portanza N _q : | 0 |
| Fattore di portanza N _c : | 0 |
| Fattore di portanza N _y : | 0 |
| Comportamento meccanico: | Livello incoerente |
| Caratteristiche idrogeologiche: | Livello permeabile |

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

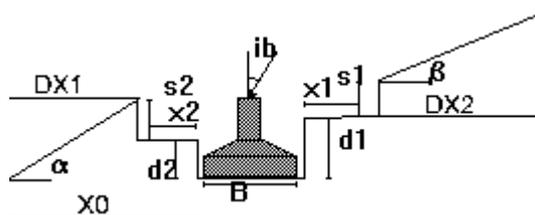
Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave larga 1,2 m

Geometria della fondazione

| | |
|---|-------------|
| Fondazione n. | 1 |
| Larghezza o diametro base B (m): | 1,2 |
| Lunghezza della base L (m): | 10 |
| Profondità di posa lato destro d1(m): | 0,5 |
| Profondità di posa lato sinistro d2(m): | 0,5 |
| Profondità scavo destro s1(m): | 0,3 |
| Profondità scavo sinistro s2(m): | 0,3 |
| Inclinazione pendio a valle α (°): | 0 |
| Inclinazione pendio a monte β (°): | 0 |
| Distanza bordo scavo destro x1(m): | 1 |
| Distanza bordo scavo sinistro x2(m): | 1 |
| Inclinazione base lato B(°): | 0 |
| Inclinazione base lato L(°): | 0 |
| Inclinazione carico lato B i_b (°): | 5,9 |
| Inclinazione carico lato L (°): | 5,9 |
| Eccentricità carico su B in condizioni statiche(m): | 0 |
| Eccentricità carico su L in condizioni statiche(m): | 0 |
| Eccentricità carico su B in condizioni sismiche(m): | 0 |
| Eccentricità carico su L in condizioni sismiche(m): | 0 |
| Peso di volume del cls (kg/mc): | 2500 |
| Peso di volume terrapieno (kg/mc): | 1800 |
| Altezza del terrapieno Ht (m): | 0 |
| Larghezza sommità terrapieno Ls(m): | 0 |
| Tipologia fondazionale: | Nastriforme |



Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave la rga 1,0 m

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: fondamentale

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Fondazione n. | 1 |
| Larghezza della fondazione (m): | 1 |
| Lunghezza della fondazione (m): | 10 |
| Profondità di posa lato destro (m): | 0,5 |
| Profondità di posa lato sinistro (m): | 0,5 |

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

lc: lq: ly:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

| | |
|---|---------------|
| Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza globale:..... | 2,3 |
| Correzione di Terzaghi: | non applicata |
| Capacità portante S.L.U. (kg/cmq): | 1,2 |
| Profondità del cuneo efficace (m): | 0,85 |
| Accelerazione sismica orizzontale (g): | 0,104 |

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave la rga 1,0 m

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

| | |
|---|----------------------------------|
| Larghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="1"/> |
| Lunghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="10"/> |
| Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq): | <input type="text" value="1,2"/> |

Livelli incoerenti

| | |
|---|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni): | <input type="text" value="30"/> |
| Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |
| Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento immediato (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="12,8"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. incoerenti (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="12,8"/> | <input type="text" value="0"/> |

Livelli coesivi

| | |
|--|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni): | <input type="text" value="20"/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Ced.di consolidazione (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. coesivi (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento complessivo (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="12,8"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Max cedim. differenziale(mm): | <input type="text" value="0"/> | | |
| Massima distorsione (%): | <input type="text" value="0"/> | | |

Fondazione rigida o flessibile:

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave la rga 1,0 m

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: sismica

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Fondazione n. | 1 |
| Larghezza della fondazione (m): | 1 |
| Lunghezza della fondazione (m): | 10 |
| Profondità di posa lato destro (m): | 0,5 |
| Profondità di posa lato sinistro (m): | 0,5 |

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

lc: lq: ly:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

| | |
|---|---------------|
| Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza globale:..... | 2,3 |
| Correzione di Terzaghi: | non applicata |
| Capacità portante S.L.U. (kg/cmq): | 1,15 |
| Profondità del cuneo efficace (m): | 0,85 |
| Accelerazione sismica orizzontale (g): | 0,104 |

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave la rga 1,0 m

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

| | |
|---|-----------------------------------|
| Larghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="1"/> |
| Lunghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="10"/> |
| Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq): | <input type="text" value="1,15"/> |

Livelli incoerenti

| | |
|---|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni): | <input type="text" value="30"/> |
| Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |
| Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento immediato (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="12,3"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. incoerenti (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="12,3"/> | <input type="text" value="0"/> |

Livelli coesivi

| | |
|--|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni): | <input type="text" value="20"/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Ced.di consolidazione (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. coesivi (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento complessivo (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="12,3"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Max cedim. differenziale(mm): | <input type="text" value="0"/> | | |
| Massima distorsione (%): | <input type="text" value="0"/> | | |

Fondazione rigida o flessibile:

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave larga 1,2 m

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: fondamentale

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Fondazione n. | 1 |
| Larghezza della fondazione (m): | 1,2 |
| Lunghezza della fondazione (m): | 10 |
| Profondità di posa lato destro (m): | 0,5 |
| Profondità di posa lato sinistro (m): | 0,5 |

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

lc: lq: ly:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

| | |
|---|---------------|
| Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza globale:..... | 2,3 |
| Correzione di Terzaghi: | non applicata |
| Capacità portante S.L.U. (kg/cmq): | 1,26 |
| Profondità del cuneo efficace (m): | 1,02 |
| Accelerazione sismica orizzontale (g): | 0,104 |

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave larga 1,2 m

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

| | |
|---|-----------------------------------|
| Larghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="1,2"/> |
| Lunghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="10"/> |
| Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq): | <input type="text" value="1,26"/> |

Livelli incoerenti

| | |
|---|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni): | <input type="text" value="30"/> |
| Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |
| Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento immediato (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="14,2"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. incoerenti (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="14,2"/> | <input type="text" value="0"/> |

Livelli coesivi

| | |
|--|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni): | <input type="text" value="20"/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Ced.di consolidazione (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. coesivi (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento complessivo (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="14,2"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Max cedim. differenziale(mm): | <input type="text" value="0"/> | | |
| Massima distorsione (%): | <input type="text" value="0"/> | | |

Fondazione rigida o flessibile:

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave larga 1,2 m

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: sismica

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Fondazione n. | 1 |
| Larghezza della fondazione (m): | 1,2 |
| Lunghezza della fondazione (m): | 10 |
| Profondità di posa lato destro (m): | 0,5 |
| Profondità di posa lato sinistro (m): | 0,5 |

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

lc: lq: ly:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

| | |
|---|---------------|
| Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione: | 1 |
| Coefficiente di sicurezza globale:..... | 2,3 |
| Correzione di Terzaghi: | non applicata |
| Capacità portante S.L.U. (kg/cmq): | 1,21 |
| Profondità del cuneo efficace (m): | 1,02 |
| Accelerazione sismica orizzontale (g): | 0,104 |

Committente: Siviero Carlotta, Siviero Fabio e Rossati Lucia

Località: Alpignano (TO), Via Sommeiller n. 12

Data: febbraio 2019

Riferimenti: trave larga 1,2 m

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

| | |
|---|-----------------------------------|
| Larghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="1,2"/> |
| Lunghezza della fondazione (m): | <input type="text" value="10"/> |
| Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq): | <input type="text" value="1,21"/> |

Livelli incoerenti

| | |
|---|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni): | <input type="text" value="30"/> |
| Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |
| Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge): | <input type="text" value="n.c."/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento immediato (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="13,7"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. incoerenti (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="13,7"/> | <input type="text" value="0"/> |

Livelli coesivi

| | |
|--|---|
| Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi: | <input type="text" value="Teoria dell'elasticità"/> |
| Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni): | <input type="text" value="20"/> |

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Ced.di consolidazione (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Cedimento secondario (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Somma ced. coesivi (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> |

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

| | Vertice sinistro | Punto centrale | Vertice destro |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Cedimento complessivo (mm): | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="13,7"/> | <input type="text" value="0"/> |
| Max cedim. differenziale(mm): | <input type="text" value="0"/> | | |
| Massima distorsione (%): | <input type="text" value="0"/> | | |

Fondazione rigida o flessibile:

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):